Die Verwendung der flüssigen Brennstoffe in der Hochseehandelsflotte

unter besonderer Berücksichtigung der Motorschiffahrt

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Bruno E. Schmitz-Lenders

aus Düsseldorf a. Rhein

Marburg (Lahn)

Buchdruckerei Franz Fischer, Kugelgasse 1 (am Kalbstor)

1928

Als Dissertation angenommen am 27. Juli 1927.
Berichterstatter: Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. W. Troeltsch.
Tag der mündlichen Prüfung: 2. August 1927.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Einteilung.

Vorwort . . . . . V—VIII
Einleitung . . . . . 1—2
I. Kapitel: Die Oelfeuerung und die Schiffsdieselmaschine . . 3—57
1. Die Oelfeuerung . . . . . 3—21
A. Geschichtliches 3–5
B. Die Feuerung . . . . . 5—7
C. Die techn.-oekonomische Bedeutung für das Schiff 7—19
a) Geringerer Personalbedarf . . . . . 7—9
b) Verminderung des Brennstoff-Raumbedarfes, -verbrauches und -gewichtes . . 9—13
c) Kürzeres Bunkern und Dampfaufmachen 13—16
d) Einfluss des Brennstoffpreises . . . . 16—19
D. Die Kohlenstaubfeuerung und der Stillmotor . 19—21
2. Die Schiffsdieselmaschine . . . . . 21—57
A. Geschichtliches . . . . . 23—27
B. Die Schiffsdieselmaschine; Zweitakt und Viertakt 27—31
C. Das Getriebe . . . . . 31—34
D. Das Gebläse 34
E. Die technisch-oekonomische Bedeutung für das Schiff . . . . . 35—57
a) Verminderung des Brennstoffraumbedarfes, -verbrauches, -gewichtes u. des Maschinengewichtes . . . . . 35—40
b) Einfluss des Brennstoffpreises . . . . 40—43
c) Vergrösserung des Aktionsradius . . . 43
d) Die Vibration . . . . . 43—45
e) Die Herstellungskosten . . . . . 45—47
f) Die Betriebskosten . . . . . 47—57
aa) Heuer- und Unterhaltungskosten für Offiziere und Mannschaften . 47—48
bb) Hilfsmaschinen, Lade- und Löschkosten . . . . . 48—50
cc) Reparatur- und Instandhaltungskosten, Abschreibung und Versicherung . . . . . 50—57

II. Kapitel: Weitere Folgen der Verwendung flüssiger Brennstoffe für die Schiffahrt . . . . . 57—80
1. Allgemeine Preisgrenzen von Kohle, Heizöl u. Treiböl 57—59
2. Der Einfluss der Motorschiffahrt auf die Frachthöhe . 59—64
3. Vergleich der drei Schiffsarten auf verschiedenen Weltverkehrswegen . . . . . 64—80
A. Nordatlantische Fahrt . . . . . 67—69
B. Ostasiatische Fahrt . . . . . 69—71
C. Südamerikanische Fahrt . . . . . 71—73
D. Amerikanische Küstenfahrt . . . . . 73—75
E. Pazifische Fahrt . . . . . 75—77
F. Australische Fahrt . . . . . 77—80
III. Kapitel: Entferntere Wirkungen . . . . . 80—90
1. Verschiebungen im Transitverkehr durch Indienststellung von Motorschiffen . . . . . 80—86
2. Verringerung des Kohlebedarfes der Welthandelsflotte 87—88
3. Einfluss auf die Fischerei . . . . . 88—90
IV. Kapitel: Die Versorgung der Oelschiffahrt mit Brennstoffen 90—97
Schluss: Die künstliche Oelgewinnung als neue Brennstoffquelle der Oelschiffahrt . . . . . 98—103
Anhang: Tabelle I—VIII . . . . . 104—110

MOTTO: „Ein hochentwickeltes Verkehrswesen ist einer der grössten Hebel des Nationalwohlstandes und der Zivilisation mit allen ihren Verzweigungen." Friedrich List.

Vorwort.

Auf der Jahresversammlung der American Society of Civil Engineers 1922 wurden über die Lage der Weltseeschiffahrt folgende Zahlen gegeben[1]):

Vorhandener Schiffsraum bei Kriegsausbruch . . .	50 000 000 Tonnen
Heute	60 000 000 „
Erforderlich für die heutige Lage des Welthandels .	40 000 000 „
Schiffsraum-Ueberschuss also	20 000 000 „

Diese einfachen Zahlen, die die wirklichen Verhältnisse nur in ganz rohem Masse wiedergeben, charakterisieren überaus deutlich, wie die internationale Kaufkraftminderung infolge der Weltwirtschaftskrisis auch die Handelsschiffahrt durch eine grosse Beschäftigungslosigkeit trifft. Dazu kommt, dass nach dem Kriege in einem überraschen Tempo versucht wurde, die Verluste, die der Krieg gebracht hatte, auszumerzen[2]). Die Folge hiervon ist ein Ueberangebot von Schiffsraum, verbunden mit einem für die Handelsschiffahrt ungesund tiefen Stand der Seefrachten.

Jeder Reeder musste daher versuchen, seine Schiffe so ökonomisch wie irgend möglich zu gestalten, damit die geringen Gewinne, die ihm bei dieser Lage auf dem Seefrachtenmarkte noch zuflossen, durch eine grössere Rentabilität des Schiffes selbst erweitert wurden. Hierbei spielen die technischen Faktoren eine nicht zu unterschätzende Rolle; denn auch der tüchtigste Kaufmann muss mit unökonomischen Schiffen Misserfolge erzielen.

1) Schiffahrtsjahrbuch 1924, S. 377.

2) Vergl. hierzu die Tabellen Nr. VI und VII.

Den technischen Faktoren wird man daher in Zeiten wirtschaftlicher Depression eine viel grössere Beachtung zuwenden als in Zeiten guter Wirtschaftslage. Eine Steigerung der Rentabilität des Schiffes bedeutet in manchen Fällen eine Stärkung im Kampfe mit dem Konkurrenzgegner auf dem Seefrachtenmarkt. Allerdings sind derartige Konkurrenzkämpfe, wobei sich Schiff gegen Schiff gegenübersteht, heutzutage auf dem Seefrachtenmarkt so gut wie ausgeschlossen. Konkurrenzkämpfe werden von ganzen Gesellschaften ausgefochten. Aber in solchen Kämpfen sind Schiffe mit grösserer Oekonomie eine gute Stütze.

Zu dieser Steigerung der technischen Rentabilität gehört an erster Stelle die Verbilligung des Schiffsantriebes. Diese wird heute durch die allmähliche Umstellung in der Verwendung von festen zu flüssigen Brennstoffen zu erreichen versucht.

Es könnte auffallend erscheinen, dass eine derartige technische Umänderung in der Schiffahrt volkswirtschafflich betrachtet werden soll. Mit dieser Neuerung gehen aber so viele wirtschafflichen Momente Hand in Hand, dass sie eine Betrachtung von dieser Seite aus vollauf rechtfertigen.

Ursprünglich war vorgesehen, die Einflüsse dieser Umänderung in der Seeschiffahrt nur soweit zu behandeln, als sie für das einzelne Schiff und für die Belange der Seeschiffahrt in Frage kommen. Im Laufe der Ausarbeitung zeigte sich aber, dass auch die weiteren, mit dieser Umstellung zusammenhängenden Veränderungen in der Seeschiffahrt und auf verwandten Gebieten nicht unberücksichtigt bleiben konnten.

Die folgende Abhandlung hat es sich daher zur Aufgabe gestellt, alle die Momente zu betrachten, die für oder gegen eine solche Umstellung in der Handelsflotte sprechen. Dabei ist entsprechend der verschiedenen Anwendung der flüssigen Brennstoffe als Heiz- und als Treiböl eine Trennung nach Oelfeuerung und Schiffsdieselmaschine eingehalten worden.

Die folgende Abhandlung selbst zerfällt in drei Hauptteile:

Im ersten Kapitel werden die wirtschaftlichen Ergebnisse der Oelfeuerung und der Schiffsdieselmaschine im Betriebe des einzelnen Schiffes behandelt.

Im zweiten und dritten Kapitel werden die Einflüsse und Veränderungen, die durch diese neue Brennstoffverwendung sich für die Schiffahrt und für die Wirtschaft ergeben bezw. ergeben können, überblickt.

Das vierte Kapitel dient einer kurzen Uebersicht über die Erdölproduktion. An dieser Stelle soll dann auch eine Besprechung der Oelversorgung Deutschlands Platz finden, wobei auf die Methode der künstlichen Oelgewinnung kurz einzugehen sein wird.

Die Verwendung der flüssigen Brennstoffe in der Hochseehandelsschiffahrt unter besonderer Berücksichtigung der Motorschiffahrt ist bisher noch in keiner Weise zusammenhängend überblickt worden. Ein grosser Teil des Materials konnte erst durch persönliche Information bei Werften und Reedereien gewonnen werden. Zwar boten einige Fachzeitschriften, so besonders die Zeitschrift „Werft, Reederei, Hafen" manches wertvolle Material. Dieses beschränkte sich aber durchweg auf das rein technische Gebiet, ohne dass die damit zusammenhängenden wirtschaftlichen Ergebnisse eingehender berührt waren. Manches Material erlangte ich auch durch die reichhaltige Bibliothek des Hamburgischen Welt-Wirtschaftsarchives.

Leider war es nicht möglich, die Schlüsse und Ergebnisse in entsprechenden Zahlen auszudrücken. Teilweise versagten die Quellen, teilweise stellten sich dem Bestreben hierzu die verwickelten und dauernd sich verändernden Verhältnisse in der Schiffahrt und im Welthandel in den Weg.

Die Wahl des Themas geht auf eine Anregung meines sehr verehrten Lehrers, Herrn Geh. Reg.-Rat Professor Dr. W. Troeltsch zurück, dem ich auch wegen weiterer und wichtiger Fingerzeige und Anregungen während der

Ausarbeitung grossen Dank schulde. Auch möchte ich an dieser Stelle den Hamburger Herren Dr. ing. E. Foerster und Oberpostdirektor E. Prölß meinen besten Dank aussprechen für manche Hinweise zu meiner Arbeit. Ihre Hilfe und Fürsprache öffnete mir so manche Türe und liess mich in manche Verhältnisse blicken, die meiner Arbeit zum Vorteil gereichen konnten.

Br. E. Schmitz-Lenders.

Marburg (Lahn), den 30. Juni 1927.

Literaturverzeichnis.

Allgemeine:

Otto Blum, Weltverkehr und Technik, Stuttgart-Berlin 1921.

— —, Weltverkehrswesen und -Politik, Stuttgart 1921.

R. v. d. Borght, Das Verkehrswesen, o. O., 3. Aufl., 1925.

Lord Churchill, The World Crisis, London 1922.

Kurt Hassert, Allgemeine Verkehrsgeographie.

Rich. Hennig, Der neue Weltverkehr, o. O., 1922.

— —, Die Hauptwege des Weltverkehrs, o. O., 1920.

— —, Die jüngsten Wandlungen in der Weltschiffahrt und im Weltschiffbau, o. O., 1924.

Rich. Janasch, Die Wege und Entfernungen zur See im Weltverkehr, o. O., 1924.

Emil Sax, Die Verkehrsmittel in Volkswirtschaft und Staatswirtschaft, Berlin 1920.

W. Woytinsky, Die Welt in Zahlen, Berlin 1926.

L. Zuckermann, Statistischer Atlas zum Welthandel, Berlin 1921.

Commentz, Die Grundlagen der Rentabilität von Frachtschiffen, Charlottenburg 1912.

Zeitschriften und Zeitungen:

Deutsche: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (V. D. I.), Wirtschaft und Statistik, Stahl und Eisen, Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Der Schiffbau, Jahrbücher der Schiffsbautechnischen Gesellschaft, Statistische Jahrbücher des Deutschen Reiches, Technische Rundschau, Nauticus, Schiffahrtsjahrbuch, Jahrbücher des Verkehrswesens, Das Schiff, Werft-Reederei-Hafen, Hansa, Wirtschaftlicher Nachrichtendienst, Schiffahrtszeitung, Der Schiffsingenieur, Oelmotor, Oel- und Gasmaschinen, Maschinenbau, Magazin der Wirtschaft, Meisterwerke Deutscher Schiffsbautechnik, Germanischer Lloyd, Frankfurter Zeitung, Deutsche Allgemeine Zeitung, Kölnische Volkszeitung, Kölnische Zeitung, Industrie- und Handelszeitung, Hamburger Fremdenblatt, Hamburger Nachrichten.

Englische: The Economist, Manchester Guardian Commercial, The Engineer Engineering, Fairplay, The Shipbuilder, The Syren and Shipping, Transactions of the North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, The Nautical Magazine, The Marine Engineer and Motorship Builder, The Motorship, Lloyds Register

Amerikanische: The Nautical Gazette, Marine Engineering and Shipping Age, Marine Review, The Rudder, Motorship, Statistical Abstract of the United States.

Französische: Bulletin Technique du Bureau Veritas, Journal de la Marine Marchande.

Holländische: Scheepsbouw en Scheepvaart, Het Schip, Bulletin mensuel des ständigen Amtes des Internationalen Statistischen Institutes in Den Haag.

Dänische: The Scandinavian Shipping Gazette.

Schwedische: Teknisk Tidskrift.

Italienische: La Marina Italiana.

Spezielle Literatur.

A. Oelfeuerung:

Essigh, Die Oelfeuerungstechnik, Berlin 1919.

Dr. ing. E. Foerster, Die Bedeutung der flüssigen Feuerung für Konstruktion, Betrieb und Rentabilität eines transatlantischen Schnelldampfers, Berlin 1907.

Handbuch der Deutschen Kriegsmarine, Kiel 1917.

Rich. Hennig, Der Aufschwung der Oelschiffahrt in Gegenwart und Zukunft, o. O.. 1925.

Herbst, Die Bedeutung der flüssigen Brennstoffe für die Hochseeflotte, Heidelberg 1924.

Lew, Die Feuerung mit flüssigen Brennmaterialien, Stuttgart 1890.

H. Méville, Die Handelsmarinen, Berlin 1925.

H. Michaelsen, Der moderne Passagierdampfer, Berlin 1914.

Bruno Schulz, Die Oelfeuerung unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen in den in- und ausländischen Kriegs- und Handelsmarinen, Halle 1925.

Rob. Schwarz, Die Tankflotte der Welt, Wien-Berlin 1923.

Trenkler, Die Chemie der Brennstoffe vom Standpunkte der Feuerungstechnik, Leipzig 1919.

B. Schiffsdieselmaschinen:

Chalkley, Dieselmaschinen für Land- und Schiffsbetrieb, Berlin 1912.

Föppel u. Strombeck, Schnellaufende Dieselmaschinen, Berlin 1920.

Gerhards, Oelmaschinen, Berlin 1918.

Küster, Das U-Boot, Berlin 1917.

Schenker, Brennstoffe u. Schmieröle für Dieselmotore, Winterthur 1919.

W. Scholz, Schiffsdieselmaschinen, Hamburg 1913.

Wessels, Der Schiffsdieselmotor, Bremen 1913.

C. Erdölproduktion:

W. Dehn, Lehrbuch der Wirtschafftsgeographie, Leningrad 1924.

Delnisé, Le Pétrole, Paris 1921.

Donath u. Gröger, Die flüssigen Brennstoffe, ihre Bedeutung und Beschaffung, Braunschweig 1914.
Donath u. Lißner, Kohle und Erdöl, Stuttgart 1921.
C. Engler u. H. v. Höfner, Das Erdöl, Leipzig 1919.
De Grahl, Die wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe, München 1921.
Graefe, Braunkohlenindustrie, Halle 1906.
Haase, Die Erdölinteressen der Deutschen Bank und der Direktion der Disconto-Ges. in Rumänien, Heidelberg 1921.
Otto Jellinack, Die Hydrierung der Kohle nach Bergius, Frankf.a.M. 1926.
Jessen, Die Weltinteressen der engl. Petroleumindustrie, Berlin 1924.
Junge, Die rationelle Auswertung der Kohle als Grundlage für die Entwicklung nationaler Industrien, Berlin 1919.
Rich. Kißling, Das Erdöl, seine Verbreitung u. Verwendung, Halle 1908.
Kröger, Erdöl, Stuttgart 1924.
Kröger-Porchardt, Die Erdölwirtschaft der Welt, Stuttgart 1926.
W. Mautner, Die großen Erdölgruppen und die Entwicklung der Motorschiffahrt, Hamburg 1926.
Menke, Die Geschäftsmethoden der Standard Oil Company, Berlin 1908.
Pirzer, Ueber die Bedeutung des Berginverfahrens für eine Steigerung der Produktionskraft Deutschlands, Heidelberg 1924.
Reichenheim, Die wirtschaftliche Bedeutung der flüssigen Brennstoffe, Berlin 1922.
Sauer, Die Verwendung des Oelschiefers, Stuttgart 1920.
Schmitz, Die flüssigen Brennstoffe, Berlin 1919.
Ida Turbela, The History of the Standard Oil Company, London 1908.
World Atlas of commercial geology, Part I.: Distribution of mineral produticon, Washing on 1921.

Einleitung.

Unbemerkt von der Allgemeinheit beginnt in der Seeschiffahrt eine Umwälzung immer mehr um sich zu greifen, deren letzte Auswirkungen heute noch garnicht voll überblickt werden können. War es seinerzeit die Kohle, die das Segel von seiner dominierenden Stellung als Antriebskraft in der Seeschiffahrt verdrängte, so scheint jetzt auch die Kohle von diesem Platz gewiesen zu werden. Sie bildete bis vor nicht allzulanger Zeit die einzige Grundlage der gesamten Wärme- und Kraftwirtschaft in der Schiffahrt. Nach und nach vollzieht sich aber in immer stärkerem Umfang ein Uebergang von der Kohle zu dem flüssigen Brennstoff. Wenn dieser Uebergang auch noch kein vollständiger ist, so ist er doch schon so deutlich, dass er nicht mehr unbeachtet bleiben kann. Die Gründe zu diesem Uebergang sind teilweise auf wirtschaftlichem, teilweise auf technischem Gebiet zu finden.

Das Erdöl ist im Gegensatz zur Kohle sehr ungleich und unregelmässig über die Erde verbreitet. Während das Hauptgewicht der Schiffahrt in europäischen Ländern liegt, sind die Haupterdölvorkommen in den überseeischen Ländern zu finden. Ein Vergleich des Anteils der einzelnen Länder an der Gesamtweltölproduktion erklärt dies sehr eindeutig [1]):

Verteilung der Erdölgewinnung nach Erdteilen seit 1900 bis 1925.

Jahr	in 1000 Tonnen	prozentualer Anteil davon in				
		Europa	Nord- u. Mittel-amerika	Süd-amerika	Asien	Afrika
1900	19700	52,6	43,8	—	3,6	—
1905	28500	31,2	62,1	—	6,7	—
1910	44300	29,3	64,2	0,5	6,0	—
1915	58700	20,6	71,9	1,1	6,3	0,1
1920	98900	5,6	87,6	1,0	5,6	0,2
1925	150200	6,7	82,6	3,8	6,9	0,1

1) Woytinsky, Die Welt in Zahlen, Bd. 4, S. 145. Berlin 1926.

Der Hauptanteil der Erdölproduktion ist gegenwärtig in Nord- und Mittelamerika (über 80 %) konzentriert. Im Wesen der Schiffahrt liegt es, diese Ungleichheiten am ehesten und leichtesten zu überbrücken.

Ferner haben die flüssigen Brennstoffe gegenüber der Kohle technisch günstigere Eigenschaften, die sich sowohl im Verbrauch wie im Transport und in der Lagerung geltend machen. Auch treten diese günstigen Eigenschaften bei der Schiffahrt viel deutlicher hervor als in Landbetrieben.

Die Vorteile, die in der Verwendung flüssiger Brennstoffe liegen, macht die Seeschiffahrt sich durch die Oelfeuerung und durch die Schiffsdieselmaschine zu eigen. Diese beiden Antriebsarten verdrängen nach und nach, wenn auch noch langsam, die Kohle aus ihrer Stelle als einziges Antriebsmittel. Während Lloyds am 30. Juni 1914 erst 3,10 % der gesamten Welthandelsflotte als durch Oel angetrieben notieren, geben sie für den 30. Juni 1927 bereits 35,20 % an[1]). Diese Zahlen zeigen, in wie kurzer Zeit diese Entwicklung vor sich gegangen ist.

1) Für die einzelnen Jahre vergl. Tabellen Ia, Ib, II, VI und VII.

I. Kapitel.

Die Oelfeuerung und die Schiffsdieselmaschine.

1. Die Oelfeuerung.

A. Geschichtliches.

Die Verwendung des Oeles als Brennstoff ist an sich schon sehr alt. Genaue Daten über seine erste Verwendung lassen sich nicht mehr feststellen. Man kannte das Erdöl aber bereits im vorchristlichen Altertum, wo es bei Opferungen gebraucht wurde. Im Mittelalter soll es nicht selten zu Heilzwecken benutzt worden sein. Ferner finden wir schon sehr früh seine Verwendung zu Leuchtzwecken. Als Heizstoff scheint es dagegen erst in neuerer Zeit bekannt zu sein. Eine Verbrennung in grösseren Mengen konnte allerdings auch erst dann erfolgen, seitdem entsprechende Mengen Oel zur Verfügung standen. Neuesten Datums ist die Verbrennung von Oel unter Dampfkessel. Ohne auf die ersten Versuche eingehen zu wollen, sei erwähnt, dass 1862 das erste Patent auf eine Oelfeuerungseinrichtung für Dampfkessel erteilt wurde. Hauptversuche mit Oelfeuerung konnten aber damals nur Länder mit reichlichem Oelvorkommen unternehmen. Hierzu kam damals besonders Russland in Frage. Aber auch England, als das damals grösste seefahrende Land, beschäftigte sich mit dieser neuen Brennstoffart. 1867 brachte der englische Ingenieur Richardson eine Oelfeuerung heraus, die das Oel auf sickerndem Wege zur Verbrennung brachte. Diese Feuerung konnte sich aber, da sie mit grosser Oelverschwendung arbeitete, nicht durchsetzen.

Reger förderte Russland alle diesbezüglichen Versuche. Ueber die einzelnen Feuerungsarten ist aber Genaueres nicht bekannt. 1890 haben bereits fast alle Schiffe,

die auf der unteren Wolga und dem Kaspischen Meer verkehren, also in Nähe grosser Oelvorkommen, Oelfeuerung. Die Russen bildeten die Oelfeuerung technisch weiter aus, sodass sie anderen Ländern zum Beispiel diente. Um 1898 sandte Italien zum Beispiel eine Ingenieurkommission nach Russland, die sich über die dortige Verbrennungsweise des Oeles unter Schiffskesseln informieren sollte.

Trotz der guten Erfolge, die anfänglich auf russischen Schiffen erzielt wurden, konnte die Oelfeuerung sich nicht recht verbreiten. Das Steigen des Oelpreises machte die Verwendung dieses Brennstoffes nach und nach unrentabel, solange es nicht gelungen war, eine Feuerung zu konstruieren, die den flüssigen Brennstoff auf sparsamste Weise verbrannte. So wurden viele Schiffe, die Oelfeuerung hatten, wieder zu Schiffen mit Kohlefeuerung umgebaut. Nur die grossen Oelgesellschaften, die über verhältnismässig billiges Oel verfügten, behielten bei einem grossen Teil ihrer Schiffe die Oelfeuerung bei.

Den Kriegsmarinen war es vorbehalten, besonders den Flotten von England und Amerika, die Oelfeuerung zu einer wirtschaftlichen Antriebsart auszubilden. Ihnen war es möglich, im Interesse der Landesverteidigung kostspielige Versuche zu unternehmen, die zu einer weiteren Ausbildung der Oelfeuerung führten. Angetrieben wurde diese Entwicklung durch den modernen Kriegsschiffsbau, der immer höhere Geschwindigkeiten[1]) und grössere Kaliberstärke, verbunden mit höherem Gewichtsanteil der Geschützanlage, verlangte. Jede Tonne Bunkergewicht, die die neue Feuerungsart freigab, war kostbar und kam den Waffen des Schiffes wieder zugute.

In Deutschlands Kriegsmarine fand die Oelfeuerung wegen des geringen Oelvorkommens nur langsam und verhältnismässig erst spät Eingang.

---

1) Der englische Marineminister Lord Churchill betont in seinem Buch: "The World Crisis" immer wieder, dass die "SPEED" die beste Verteidigungswaffe sei.

Die Handelsmarinen verhielten sich aber trotz der guten Erfolge, die auf Kriegsschiffen erzielt worden waren, noch lange ablehnend gegen diese Neuerung. Der Hauptgrund mag in dem damaligen Schwanken des Oelpreises erblickt werden. Auch kamen bei der Handelsmarine alle die strategischen Vorteile nicht zur Geltung, die die Einführung von Oelfeuerungen auf Kriegsschiffen so sehr gefördert hatten.

Erst etwa seit 1910 beginnt die Oelfeuerung sich auch in der Handelsmarine zu verbreiten, da die Reeder jetzt damit rechnen konnten, dass ihnen Brennstoff zu einigermassen stabilen und nicht überteuerten Preisen zur Verfügung stand. Um diese Zeit waren die Hauptkonkurrenzkämpfe der Oelgruppen und Oelgesellschaften ausgetragen, sodass von dieser Seite aus keine erhebliche Beunruhigung des Oelmarktes mehr zu erwarten war[1]). 1914 befindet sich auf etwa 2,65% der Welthandelsflotte Oelfeuerung, 1927 bereits auf 28,35%[2]). Die Gründe zu dieser Steigerung sind in einer wirtschaftlicheren Ausbildung der Oelfeuerung selbst, sowie in weitestgehender Nutzbarmachung der durch ihre Verwendung entstehenden Vorteile zu suchen.

Obwohl dieses Emporschnellen des prozentualen Anteils der Oelfeuerung auf den ersten Blick hin für ein weiteres Steigen zu sprechen scheint, so wird dies doch aus Gründen, die im folgenden noch besonders dargelegt werden, kaum der Fall sein. Es scheint, dass der für Oelfeuerung geeignete Schiffsraum mit Oelfeuerung ausgebaut ist, sodass also mit einer Erhöhung der Anteilziffer kaum zu rechnen sein wird.

B. Die Feuerung.

Die ersten Konstruktionen der Oelfeuerungsanlagen liessen das Oel langsam ohne Zuhilfenahme einer Temperaturerhöhung oder Brennstoffverteilung verbrennen. Neben

1) Vergl. hierzu Seite 90 ff.

2) Vergl. hierzu Tabelle Ia und Ib.

einer gewissen Vergeudung des Brennstoffes war auch die Verbrennung desselben keine vollkommene. Sie hatte zudem sehr unter der Ausscheidung des sogenannten Oelkokses zu leiden. Grundbedingung für die wirtschaftliche Ausnutzung eines Brennstoffes, gleich welcher Art, ist aber seine vollständige, möglichst restlose Verbrennung.

Die zahlreichen früheren Konstruktionen der Oelfeuerung seien hier übergangen[1]). Es soll nur kurz die heute allgemein übliche Feuerungsart beschrieben werden.

Zur Anwendung gelangt heute fast durchweg der mit einem Gebläse für Dampf- oder Pressluft arbeitende Zerstäuberbrenner. Das Oel tritt in haarfeinen Strahlen durch Düsen in den Strahlenkegel einer Pressluft- oder Dampfstrahlzuführung. Dort wird es zu einem Oelluft- oder Oeldampfgemenge von nebelartiger Feinheit verteilt. Dieses Gemisch verbrennt oder vielmehr vergast in der Flamme fast restlos. Hierbei ist die Temperatur hoch und die Verbrennungsdauer lange genug, um eine fast vollständige Zersetzung und Verbrennung auch von schweren Oelen und abgetriebenen Rohteeren herbeizuführen.

Verkokungserscheinungen, die sich anfangs sehr stark bemerkbar machten, wirken heute nicht mehr störend, wenn sie sich auch nicht ganz vermeiden lassen. Diese Rückstände bleiben aber bei den modernen Anlagen in der Regel unsichtbar und streichen als sogenannter Flugkoks ab.

Ein gewisser Nachteil dieser Anlage könnte in der besonderen Einrichtung eines Gebläses erblickt werden. Aber die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten eines solchen Gebläses sind nicht so erheblich. Ausserdem werden sie durch die wirtschaftlichere Ausnutzung des Brennstoffes mehr als ausgeglichen.

Mit dieser Feuerung hat man Kesselwirkungsgrade bis zu 75% erzielt. Ist eine solche Anlage noch mit der

1) Es sei hingewiesen auf das Buch von Essigh: Oelfeuerungstechnik, Berlin 1919.

heute vielfach üblichen Ueberhitzeranlage verbunden, so können sich Wirkungsgrade von 85—85,5 % ergeben.

Fast jede der heute ausgeführten Oelfeuerungen arbeitet nach dieser Methode. Wenn es auch zahlreiche Konstruktionen gibt, so unterscheiden sie sich nur in Einzelheiten der Ausführung. Im Prinzip sind sie alle gleich und arbeiten auf dieselbe Art und Weise.

In diesen Feuerungen gelangt jedes Schweröl zur Verbrennung, wenn es mindestens folgende Zusammensetzung besitzt[1]):

Spezifisches Gewicht	0,952 bei 15° C
Zündpunkt	85° C
Wassergehalt	bis 2 %
Koksgehalt	bis 9 %
Aschegehalt	bis 0,07 %
Oberer Heizwert	11500 W. E.
Unterer Heizwert	8500 W. E.
Gehalt an weichem Asphalt	bis 18,53 %
Mechanische Verunreinigungen	0,05 %

C. Die technisch-ökonomische Bedeutung für das Schiff.

Mit der Verbrennung des flüssigen Brennstoffes sind für das Schiff Vorteile verknüpft, die sich besonders ausdrücken in einer Gewinnung an Raum und in geringerem Brennstoffverbrauch, der zugleich Ersparnisse im Gewicht dafür bedeutet.

Den grössten Wert legt der Reeder naturgemäss auf den nutzbaren Raum in seinem Schiff. Je grösser derselbe im Verhältnis zum ganzen Schiff ist, desto mehr Einnahmen kann er mit diesem erzielen.

Bei der Oelfeuerung ergibt sich im Vergleich mit der Kohlefeuerung eine Raumersparnis in mancher Hinsicht.

a) Geringerer Personalbedarf.

Die technisch leichtere Bedienung der Oelfeuerung bewirkt eine ganz erhebliche Verringerung des Maschinen-

1) Werft, Reederei, Hafen, Nr. 2, Januar 1925, Seite 49.

personals. Gänzlich in Fortfall kommen die Trimmer. Sowohl auf der Fahrt wie im Hafen verlangen die Oelkessel geringere Aufsicht, Bedienung und Reinigung als Kohlekessel. Dies wird besonders angenehm auf Schiffen der Tropenlinien empfunden. Man ist einmal nicht mehr gezwungen, das sehr unzuverlässige, einheimische Aushilfspersonal an Bord zu nehmen, andererseits ist dem Personal der schwere Dienst an den Kesseln und vor den Feuern erleichtert.

Die Erfahrungen haben ergeben, dass in der Regel mit $^1/_4$ des früheren Personals gefahren werden kann. Dieses Verhältnis ändert sich mit der Grösse der Anlage in geringem Masse, da die Zahl der benötigten und zu beaufsichtigenden Oelleitungen etc. nicht entsprechend der Grösse der Anlage mitwächst. Ebenso steigt die Zahl des Aufsichtspersonals nicht entsprechend der Zahl der Feuer bei vergrösserten Anlagen, da die Oelfeuerungsanlage bedeutend übersichtlicher ist als gleich starke Kohlefeuerungsanlagen.

Bei folgenden Schiffen zum Beispiel stellte sich die Maschinenpersonalstärke auf eine Höhe von

Schiff	BRT	Maschinenpersonalstärke bei	
		Kohlefeuerung	Oelfeuerung
Albert Ballin	21000	42	9
Mauretania	32000	246	60
Homeric	34350	171	39

Durch den Fortfall solcher erheblichen Anzahl von Personal ist es möglich, dem Schiff neuen Verdienstraum zu schaffen. Bei Fahrgastschiffen können bedeutend mehr Fahrgäste aufgenommen werden. Bei Frachtschiffen kann der sonst für das Personal dienende Raum in die Laderäume einbezogen werden. Letzteres dürfte aber im allgemeinen nur bei Neubauten oder grösseren Umbauten möglich sein.

Ausser dem reinen Gewinn an Nutzraum durch Verringerung des Personalbestandes fällt zugunsten dieser

neuen Feuerungsart der geringere Betrag an Personallöhnen und -Unterhaltskosten ins Gewicht. Wie bedeutend dieser Betrag sein kann, ergab sich bei der Umprojectierung des früheren Schnelldampfers „Deutschland" in einen Oelbrenner[1]). Hierbei sank der Bestand des Maschinenpersonals von 180 auf 40 Mann, was eine Ersparnis an Löhnen und Unterhaltskosten bei 20 Passagen jährlich von 200710.— Mark ergab.

b) Verminderung des Brennstoffraumbedarfes, -verbrauches und -gewichtes.

Der Hauptgewinn an Raum liegt bei Oelschiffen aber bei dem Brennstoff selbst.

Schon an und für sich ist der Raumbedarf einer Gewichtseinheit Oel um ca. 20% geringer als der einer gleichen Gewichtseinheit Kohle[2]). Eine weitere Raumgewinnung tritt durch den geringeren Verbrauch dieses Brennstoffes für denselben Leistungseffect gegenüber der Kohle ein. Bei Verbrennung von einem Kilogramm bester Waliser Kohle werden ca. 7500 W. E. (Wärmeeinheiten) frei, bei Verbrennung von einem Kilogramm Heizöl ca. 10000 W. E. Es lässt sich also mit Oel eine höhere Arbeitsleistung erzielen als mit der gleichen Menge Kohle, d. h., zur Erzielung derselben Leistung wird ein geringeres Quantum Oel verbrannt als Kohle. Bei Zugrundelegung einer gleichen Leistung und unter Berücksichtigung des Gewichtsunterschiedes bewegt sich das Verhältnis des Raumbedarfes von Oel zu Kohle wie etwa 2:3, d. h., für die verlangte Leistung ist, rein theoretisch genommen, nur $^2/_3$ des Bunkerraumes erforderlich wie früher bei Kohle[3]),

1) Dr. ing. E. Foerster. Die Bedeutung der flüssigen Feuerungen für Konstruktion, Betrieb und Rentabilität eines transatlantischen Schnelldampfers, Berlin 1907, Seite 10.

2) Stauraum für 1000 kg Kohle = 1,27 cbm, für 1000 kg Oel = 1,05 cbm.

3) An Leistung entsprechen 7 t Oel etwa 10 t Kohle. Der Raumbedarf dieser Brennstoffe beträgt ca. 8,0 cbm für Oel und 12,7 cbm für Kohle je 1000 kg, also 8 : 12,7 oder gut 2 : 3.

Diese Vergleichszahl besitzt allerdings nur Annäherungswert, da sich der tatsächliche Verbrauch wesentlich nach der gesamten Kessel- und Maschinenanlage richtet. In der Praxis wird daher dieses Verhältnis nicht immer so genau erreicht; es liegt manchmal in höheren Grenzen[1]):

Art der Maschinenanlage	Gewicht der je PS und Stunde verbrauchten Brennstoffe in Kilogramm
Kolbenmaschine mit Sattdampfkohlefeuerung	0,64
Kolbenmaschine mit Dampfüberhitzung (70 90° C) . .	0,58
Turbine mit Dampfüberhitzung (350—400° C) u. Kohlefeuerung	0,54
Turbine mit Dampfüberhitzung (350—400° C) u. Oelfeuerung	0,38

Vergleicht man die beiden letzten Anlagen, so wird bei der Oelfeuerung ca. $^1/_3$ weniger Brennstoff verbraucht als bei der Kohlefeuerung. Wenn man diesen Vorteil im Zusammenhange mit dem geringeren Punkerraumbedarf des Oelvorrates der Kohle gegenüberstellt, so kann das Rentabilitätsverhältnis von Oel zu Kohle mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit ungefähr mit 1,5:3 angegeben werden. Dieses Rentabilitätsverhältnis ist sehr wichtig für das Preisverhältnis von Kohle zu Oel. Auf diese Frage ist wegen ihrer Wichtigkeit an weiterer Stelle besonders eingegangen[2]).

Wie bedeutend solcher Raumgewinn, der allein durch den Unterschied der Brennstoffmenge gegeben ist, sein kann, zeigen folgende zwei Beispiele:

Der anfangs schon erwähnte Schnelldampfer „Deutschland" von 16200 BRT brauchte als Kohlebrenner für eine Ueberfahrt 4400 t Kohlen, als Oelbrenner nur noch 3190 t Oel aufzunehmen; dies bedeutet eine Gewichtsdifferenz von 27,5%[3]). Mit ihr ging Hand in Hand eine Raumgewinnung von ca. 2200 cbm. Unter Einbeziehung der

1) Aus einem Vortrage von Steny B. Freeman, März 1925, vor der Institution of Engineers and Shipbuilders; aus Nauticus, Berlin 1926, Seite 309.

2) Siehe Seite 16.

3) Dr. ing. E. Foerster a. a. O. Seite 10.

schon erwähnten Nutzraumvergrösserung durch den geringeren Personalbestand konnten 332 Fahrgäste mit Effecten und 10 Stewards mit Kücheneinrichtung mehr als vorher aufgenommen werden. Ferner wurde noch Raum für 180 cbm Massgut frei. Dieser Gewinn an nutzbarem Raum ergab bei 100% Ausnutzung —keine Seltenheit auf deutschen Schiffen— eine Gesamtmehreinnahme bei 20 Passagen jährlich von 1621500.— M.[1]).

Nach neueren Beobachtungen an einem schwedischen Schiff von 10000 BRT, das früher mit Kohle, jetzt mit Oel fährt, entsprechen 154 t Heizöl an Leistungsfähigkeit in der Maschine 220 t Kohle. Ausserdem konnte dieses Schiff auf einer zehntägigen Reise die Maximalladung um volle 660 t gegen früher steigern[2]).

Eine weitere Möglichkeit zur Raumgewinnung bei Oelfeuerung liegt in der leichteren Verschiebbarkeit der einzelnen Oelmoleküle, die es ermöglicht, den Brennstoff in weniger gut zugänglichen oder für die Ladung ungeeigneten Räumen unterzubringen. Gegen die Unterbringung des gesamten Oelvorrates ausschliesslich im Doppelboden des Schiffes, wie sie anfänglich allgemein gehandhabt wurde, sind aber sehr gewichtige Bedenken entstanden. Die wesentlichsten sind die Unzugänglichkeit und die Unübersichtlichkeit der einzelnen Tanks, der Doppelbodenzellen und der Oelleitungen. Wird das Oel an solchen Stellen untergebracht, so sind besondere Entlüftungsanlagen und -leitungen, sowie besondere Vorwärmeeinrichtungen notwendig, da das Oel in den Doppelbodenzellen nicht den notwendigen Flüssigkeitsgrad besitzt, den es für die Zuführung zu den Düsen haben muss. Alle diese Anlagen beanspruchen wieder besonderes Gewicht, besonderen Raum und besonderes Personal. Auch konnte oft das Oel, wenn es im Doppelboden untergebracht war, überhaupt

1) Dr. ing. E. Foerster a. a. O. Seite 49.

2) Technik und Wirtschaft, 1922, Seite 214.

nicht mehr angesaugt werden, da es infolge zu grosser Abkühlung dickflüssig geworden war.

Bei Grundberührungen liegt stets die Gefahr des Auslaufens der einzelnen ölgefüllten Zellen vor. Daher verlangen die Klassificationsgesellschaften, dass mindestens 25% des gesamten Oelvorrates bei ölverbrauchenden Schiffen in Hochtanks mitgeführt werden. Man will dadurch erreichen, dass im Falle einer Leckage und eines Leerlaufens der Bodenzellen durch Grundberührung o. ä. der Maschinenbetrieb noch für längere Zeit mit Hilfe der Hochtanks zur Erreichung des nächsten Nothafens aufrechterhalten werden kann.

Grundberührungen und Beschädigungen der Bodentanks gefährden auch das Schiff durch Brandgefahr. So standen bei dem ehemaligen deutschen Linienschiff „Kaiser Friedrich III.", das seinen Oelvorrat in Bodentanks mitführte, nach einer Grundberührung bereits innerhalb weniger Minuten die darüber befindlichen Heizräume in Flammen.

Ein weiterer Nachteil, der mit grosser Unbequemlichkeit verbunden ist, liegt bei solcher Brennstoffunterbringung in der Verringerung der Stabilität während der Reise. Ein Nachfüllen der entleerten Oeltanks mit Wasser ist sehr unökonomisch, da dadurch das für die nächste Reise übernommene Oel einen zu grossen Wassergehalt bekommen würde, und zu dessen Entfernung dann besondere Separatorenanlagen eingebaut werden müssten. Frachtschiffe leiden unter dieser Unbequemlichkeit weniger als Fahrgastschiffe, weil bei ersteren meistens die Ladung als solche schon schwer genug ist, um das Schiff stabil zu halten, auch wenn die Tanks leer sind.

Diese und ähnliche Erwägungen zeigen, wie unzweckmässig es ist, nur oder vorwiegend das Oel in Doppelbodentanks unterzubringen. Allgemein wird daher das Oel zum allergrössten Teil in Hochtanks mitgeführt. Hier sind das Oel, der Tank, die Zuleitung und die sonstige Anlage leicht und einfach zu überblicken und zu überholen.

Das Oel behält in diesen Tanks durchweg eine konstante Temperatur, die eine nur geringe Vorwärmung zur Zerstäubung und Verbrennung nötig macht. Schliesslich geben die Oelhochtanks der Schiffsführung ein Mittel feiner Regulierbarkeit von Trimm und Krängung in die Hand, wie es so schnell, einfach und genau durch Kohlen niemals erreicht werden kann.

Ueberall dort, wo Vermessungsvorschriften eine Raumersparnis auszunutzen verbieten, werden zweckmässig grössere Oelmengen mitgenommen. Der Vorteil hierbei liegt ebenfalls in der grösseren Arbeitsleistung der gleichen Oelmenge, da mit dem Brennstoffvorrat längere Zeit gefahren werden kann als mit dem Kohlevorrat. Es wird also der Aktionsradius bedeutend vergrössert. Dieser Vorteil ist besonders für Kriegsschiffe von grosser Wichtigkeit. Lord Churchill erwähnt[1]), dass die englische Kriegsflotte durch die Oelfeuerung einen Aktionsradius erhalten habe, der um ca. 40% grösser sei als der, den die Flotte bei Kohlefeuerung hatte[2]).

Bei Neubauten ermöglicht die geringere Brennstoffmenge in Fällen, in denen die Vermessungsvorschriften die Ausnutzung des Raumgewinnes verhindern, eine Deplazementsverminderung, die wiederum eine Reduzierung der Maschinenleistung zulässt, ohne dass die Geschwindigkeit und die Bruttotragfähigkeit dadurch verringert wird.

c) Kürzeres Bunkern und Dampfaufmachen.

Zu den Vorteilen, die in der Ersparnis an Raum, Gewicht und Verbrauch liegen, kommen bei der Oelfeuerung noch andere Vorzüge hinzu.

---

1) Lord Churchill a. a. O.

2) Die Vorteile, die die Handelsmarine aus einer solchen Vergrösserung des Aktionsradius hat, sind an dieser Stelle noch nicht erwähnt, da sie auch für die Motorschiffe zutreffen und dort überblickt werden. Siehe daher Seite 43 u. 64 ff.

Die Uebernahme des Brennstoffes ist eine bedeutend schnellere, einfachere und sauberere. Die Bekohlung wird ja besonders bei Fahrgastdampfern als sehr lästig und unangenehm empfunden. Das Einpumpen des Oeles dagegen erfolgt vollständig geruch-, geräusch- und staublos, ohne den übrigen Schiffsbetrieb irgendwie merkbar zu stören.

Die Zeit der Brennstoffübernahme selbst verkürzt sich bedeutend, wie auch die Zahl der hierzu erforderlichen Mannschaften eine geringere ist. Der in einen Oelbrenner umgebaute White Star Line Schnelldampfer „Homeric", der erste „Columbus" des Norddeutschen Lloyd, Bremen, benötigte als Kohlebrenner zum Bunkern volle drei Tage und drei Nächte bei intensivster Arbeit von über 200 Mann. Als Oelfeuerungsschiff bunkert der Dampfer in knapp 15 Stunden mit 8 Mann, die zur Ueberwachung der Oelansaugepumpen notwendig sind[1]). Der Schnelldampfer „Olympic" (46439 BRT) braucht statt 9000 Arbeitsstunden bei Kohleübernahme nur noch 80 Arbeitsstunden bei Oelübernahme[2]). Das sind in beiden Fällen nur 0,8% der früheren Arbeitsstunden.

Die schnellere Entzündbarkeit und der höhere thermische Wirkungsgrad des Oeles ermöglicht eine bedeutende Zeitersparnis beim Dampfaufmachen. Es gebraucht[3])

Zylinderkessel mit Kohlefeuerung vom kalten Zustande aus	12	Stunden
„ „ „ „ warmen „ „	4	„
„ „ „ beschleunigt	2—3	„
Wasserrohrkessel mit Kohlefeuerung vom kalten Zustande aus	2	„
„ „ „ „ warmen „ „	1,5	„
„ „ „ beschleunigt	40	Minuten
„ mit Oelfeuerung vom kalten Zustande aus	20—30	„

Diese Zeitersparnis bedeutet zugleich eine erhebliche Ersparnis an Brennstoff und Kesselwasser.

---

1) Hansa 1924, Juni, Seite 675.

2) Technik und Wirtschaft, 1922, Seite 215.

3) Herbst, Die Bedeutung der flüssigen Brennstoffe für die Hochseeflotte, Heidelberg 1924, Seite 56.

Bei der Oelfeuerung ist es ferner möglich, den Brennstoffverbrauch durch die Regulierbarkeit der Düsen entsprechend der Fahrtstufe einzustellen. Dies erhöht ebenfalls, wenn auch in geringerem Masse, die Wirtschaftlichkeit dieser Feuerung. Ein gänzliches, plötzliches Abstellen der Oelzufuhr und damit der Feuerung bei Aufenthalten des Schiffes von vorübergehender, kürzerer Dauer ist allerdings nicht möglich, da dies infolge zu schnellen Abkühlens für die Dampfleitungen wegen Bruch- oder Rissgefahr gefährlich ist.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass bei der Oelfeuerung eine Erhöhung der Schiffsgeschwindigkeit eintritt, ohne dass an der Maschinenanlage oder an den Propellern entsprechende Umänderungen vorgenommen wurden[1]). Dieser Vorteil tritt besonders bei Spezialschiffen und Fahrgastschiffen als den schnellen Schiffen in Erscheinung. So konnten die im Kanal verkehrenden Fahrgastschiffe nach Einführung der Oelfeuerung folgende höheren Ergebnisse erzielen[2]):

Art	Kohlefeuerung	Oelfeuerung
Anzahl der Reisen in 72 Stunden . .	10	12
Durchschnittsgeschwindigkeit stündlich	18,75 sm	20,00 sm
Höchstgeschwindigkeit stündlich . .	20,50 „	21,75 „

Durch den höheren Heizwert des Oeles konnte bei diesen Schiffen die Maschinenstärke forciert werden, wodurch sie mehr PS erzielten. Der Brennstoffverbrauch war ungefähr der gleiche an Gewicht wie bei der Kohle-

1) An dieser Stelle sei auf die Schiffsbautechnische Versuchsanstalt in Hamburg hingewiesen. Durch Versuche an Modellschiffskörpern und durch genaueste Berechnungen des Wasserwiderstandes pp. wird dort die günstigste Propellerkonstruktion für das betr. Schiff festgestellt. Die Anstalt hat neben andern grosszügigen Anlagen ein Wasserbassin von 350 m Länge und 16 m Breite, in der hinter 5—7 m langen, dem richtigen Schiffskörper genau nachgebildeten Modellkörpern die günstigsten Propellerwirkungsgrade erprobt und festgestellt werden.

2) Nach dem Bericht des International Congress of Navigation and Liquid Fuel, Juli 1923.

feuerung. Der Gewinn liegt hierbei darin, dass sie in 3 Tagen zwei Fahrten mehr machen konnten als bei Kohlefeuerung, wodurch die Verdienstmöglichkeit wuchs.

d) Einfluss des Brennstoffpreises.

Alle die erwähnten Hauptvorteile der Oelfeuerung gegenüber der Kohlefeuerung können aber leicht in ihrer Wirtschaftlichkeit durch ein ungünstiges Preisverhältnis von Oel zu Kohle in Frage gestellt werden. Sobald die Brennstoffmehrkosten, die trotz des geringeren Oelverbrauches durch den bedeutend höheren Brennstoffpreis gegeben sind, eine bestimmte Höhe erreicht haben, werden sie durch die sonstigen Vorteile nicht mehr aufgewogen. Das „Kriterium für die Rentabilität der Oelfeuerung liegt in dem Verhältnis zwischen den Brennstoffmehrkosten gegenüber der Kohle und der durchschnittlichen Mehreinnahme, die aus der nutzbaren Raum-, Gewichts- und Personalersparnis zu erzielen ist“[1]).

Bei einem wirtschaftlichen Vergleich der Brennstoffkosten ist immer zu berücksichtigen, dass man mit 1 kg Kohle ca. 7500 W.E., mit 1 kg Oel aber ca. 10000 W.E. kauft. Da für dieselbe Leistung eine geringere Menge Oelbrennstoff erforderlich ist, ferner bei der Oelfeuerung durch Raum- und Personalersparnis Mehreinnahmen hinzutreten können, so kann das Preisverhältnis von Oel zu Kohle sich verhalten wie etwa 1,5:1 d. h., unter Einrechnung aller in der Oelfeuerung liegenden, wirtschaftlich ausnutzbaren günstigen Momente kann die Wirtschaftlichkeit der Oelfeuerung gegenüber der Kohlefeuerung auch dann noch gegeben sein, wenn der Oelpreis ungefähr um 50% teurer ist als der Kohlepreis. Damit ist aber auch gesagt, dass die Rentabilität der Oelfeuerung im wesentlichen von der Gestaltung des Oelpreises und seinem Verhältnisse zum Kohlepreis abhängig ist. Im Zusammenhange hiermit sei auf Tabelle VIII hingewiesen, in der die Brennstoff-

1) Foerster a. a. O. Seite 3.

kosten von Kohle und Oel für die verschiedensten Preislagen und Entfernungen gegenübergestellt sind. Wenn es dabei auffällt, dass die betreffenden Werte (etwa Kohlenpreis 30,00, Oelpreis 45,00) nicht genau übereinstimmen, so verschwindet diese Differenz, wenn man Tabelle IX in diesen Vergleich mit einbezieht. Bei Zugrundelegung derselben Fahrtstrecke geht aus ihr hervor, um wieviel geringer der Anteil des Oelbrennstoffes an der Ladefähigkeit des Schiffes ist als bei der Kohlefeuerung. Hierdurch ist eine bedeutend grössere Einnahmemöglichkeit gegeben. Das Verhältnis 1,5:1 hat daher seine volle Berechtigung. Es darf sich aber nicht erheblich verändern, da damit gleichzeitig die Rentabilität des ölgefeuerten Schiffes im Vergleich zum Kohleschiff sinken würde.

Diese Abhängigkeit vom Oelpreis hat daher die Oelfeuerung nur dort zur Entwicklung kommen lassen, wo entweder billiges Oel zur Verfügung stand[1]) oder wo die mit der Oelfeuerung verbundenen Vorteile so gross waren, dass sie einen verhältnismässig höheren Oelpreis ausgleichen konnten. Daher ist auch im allgemeinen die Oelfeuerung für Frachtdampfer und für billigere Fahrgastdampfer, die mit Ländern ohne eigene Oelproduktion verkehren, eine unrentable Anlage. Sogar Tankdampfer fahren meistens, wenn sie keine Motorschiffe sind, billiger mit Kohle als mit Heizöl, da sich in den meisten Fällen herausgestellt hat, dass die Ersparnis an Personalkosten und der Gewinn an Ladefähigkeit nicht so hoch war als der Preis des verbrauchten Heizöles im Bestimmungshafen.

1) Der grösste Teil der Dampfer mit Oelfeuerung gehört den Verein. Staaten v. N. A.

Antriebsart	Anzahl der Schiffe			Bruttoregistertons		
	1921	1923	1924	1921	1923	1924
Kohlefeuerung	1102	890	703	3744025	3063205	2426485
Oelfeuerung	1595	1681	1692	8239896	8807186	8888695

Zusammengestellt aus Statistical abstract of the United States, 1924, Seite 394.

Einer englischen Reederei war es möglich, bei zwei Dampfern, die in der regelmässigen Fahrt zwischen England und den nordatlantischen Häfen der Vereinigten Staaten von Nordamerika verkehrten, die genauen Kosten von Kohlefeuerung und Oelfeuerung unter Berücksichtigung der andern Vorteile gegenüberzustellen[1]).

„Der mit Kohlefeuerung fahrende Dampfer lief 11 sm bei einem Tagesverbrauch von 55 t; in 26,5 Dampfertagen wurden 1457 t und bei 20 Hafenliegetagen weitere 100 t verbraucht. Insgesamt also 1557 t, die der Reederei 1922 £ kosteten. Weiterhin mussten im Vergleich zu dem ölbrennenden Dampfer 11 Extraheizer eingestellt werden, die inclusive Verpflegung weitere 280 £ kosteten. Drei Tage wurden zum Bunkern verwandt und weitere drei Dampfertage mussten als Verlust durch die geringere Geschwindigkeit gebucht werden; pro Tag mit 62 £ eingesetzt, ergibt 372 £ oder Gesamtkosten von 2644 £ für die Rundreise.

Der mit Oelfeuerung fahrende Dampfer lief 12,5 sm bei einem Tagesverbrauch von 37 t Oel. Er gebrauchte auf der 23,5tägigen Dampfstrecke 869 t Oel und in 20 Hafenliegetagen 70 t, die zusammen 2497 £ kosteten, sodass sich also bei der Oelfeuerung eine Nettoersparnis von 147 £ ergibt. Hinzu kam noch ein Gewinn an Ladefähigkeit bei dem ölbrennenden Schiff von 505 t; diese zu je 30 — per t angesetzt, ergab 757 £ Einnahme an Mehrfracht".

Dieses Beispiel zeigt ganz eindeutig, dass die Brennstoffkosten bei der Oelfeuerung höher liegen als bei der Kohlefeuerung, trotz des geringeren Verbrauches. Erst durch Hinzurechnen der anderen Factoren gelang es der Reederei, das ölgefeuerte Schiff mit einem günstigeren Abschlussergebnis fahren zu lassen als den anderen Dampfer.

---

1) Aus Fairplay, abgedruckt in Hansa Nr. 26, 1926, Seite 1021.

Aber auch auf solchen Strecken, wo die Oelpreisverhältnisse ausserordentlich günstig liegen, wird der ölbrennende Dampfer allmählich verdrängt, soweit es sich nicht um hochwertige Fahrgastdampfer handelt. Damit ist aber auch der Oelfeuerung von selbst nach und nach ein ganz bestimmtes Gebiet innerhalb der Schiffahrt zugewiesen worden. Man trifft sie heute fast ausschliesslich auf hochwertigen Fahrgastdampfern. Diese Schiffe, besonders die transatlantischen Schnelldampfer, die stets hohe Fracht- und Fahrgasteinnahmen abwerfen, können durch den Gewinn an Wohnraum, Stauraum und durch Verringerung des Personalbestandes den Brennstoffmehrkosten entsprechende Mehreinnahmen gegenüberstellen, wodurch bei ihnen die Oelfeuerung gegenüber der Kohlefeuerung eine rentable Anlage sein kann. Bei dem schon erwähnten früheren deutschen Schnelldampfer „Deutschland" waren nach seiner Umprojectierung in ein Schiff mit Oelfeuerung die Brennstoffkosten bei 20 Passagen jährlich um 1182000,— M. höher als bei der Kohlefeuerung. Diese Mehrausgabe wurde ausgeglichen durch eine Mehreinnahme von 1822210,— M., die durch Erhöhung der Fahrgästezahl, Vergrösserung des Laderaums für teures Massgut und durch Verringerung an Personalkosten erzielt wurde. Der errechnete Gewinn betrug also 640210,— M.[1]). Zu diesem Gewinn traten noch die andern in der Oelfeuerung liegenden Vorteile, die als weitere Imponderabilien zu ihrem Gunsten sprachen.

Heute haben alle Schnelldampfer Oelfeuerung, darunter die beiden grössten Fahrgastdampfer der Welt, die früheren deutschen Riesenschiffe „Vaterland" und „Bismarck".

D. Die Kohlenstaubfeuerung und der Stillmotor.

Ehe auf die Verwendung des Oeles in der Dieselmaschine eingegangen wird, soll kurz eine andere Konkurrentin der Oelfeuerung genannt werden: die Kohlenstaubfeuerung.

1) Dr. ing. E. Foerster a. a. O. Seite 10 und 49 ff.

Die Hersteller von Kohlefeuerungen sind natürlich bemüht, den durch die Oelfeuerung verlorenen Schiffsraum durch rentablere Kohlefeuerungen wiederzugewinnen. Sie mussten der Oelfeuerung eine Kohlefeuerung entgegenstellen, die derartig billig arbeitet, dass die andern mit der Oelfeuerung zusammenhängenden Vorteile wettgemacht werden.

Dies wurde besonders auf dem Wege des Brennstoffes zu erreichen versucht, indem man schlechtere, minderwertigere, also billigere Kohle verwendbar machte. Das vorläufige Endergebnis dieser Versuche ist die Verbrennung gemahlener, staubfeiner Kohle, die, ähnlich wie das Oel bei der Oelfeuerung, in den Verbrennungsraum nebelartig hineingeblasen wird.

Neben der Verwendbarkeit auch der schlechtesten Kohle bewirkt die hierbei erzielte bessere Verbrennung des Kohlenstaubes eine beträchtliche Verbilligung des Betriebes. In den letzten Jahren wurden in Landanlagen, wo diese Feuerungsart in Betrieb war, grosse Fortschritte erzielt. Es konnten Wirkungsgrade der Kohlenstaubfeuerung stellenweise von 92—94%, im Durchschnitt von 90% festgestellt werden.

Trotz dieser günstigen Ergebnisse wird aber die Kohlenstaubfeuerung im Schiffsbetrieb so bald keine Verwendung finden können. Denn hier treten ihr Schwierigkeiten entgegen, denen sie im Landbetrieb nicht begegnet. Kohlenstaub kann in Bunkern nicht mitgeführt werden, da er wegen seiner überaus hohen Explosivität eine dauernde Gefahr für die Sicherheit des Schiffes darstellt. Eine Zermahlung der Kohlen zu Kohlenstaub erst unmittelbar vor der Verbrennung wird sich schon wegen des störenden Geräusches der Knackmühlen nicht einführen. Ausserdem beseitigt diese die Explosionsgefahr nicht, wenn sie auch etwas gemildert wird. Besondere Sicherungen gegen die Explosionsgefahren, wie etwa besonders starkwandige Bunker u. ä. m., bedeuten eine starke Vermehrung des

Maschinengewichtes, die zwar an Land kaum eine Rolle spielt, an Bord aber die Ladefähigkeit und damit die Rentabilität des Schiffes herabsetzt, wodurch die Kohlenstaubfeuerung selbst ihre Vorteile wieder ausgleicht.

Als Zwischending von Dampfmaschine und Schiffsdieselmaschine muss noch die britische Dampfdieselmaschine der Firma Plenty, System Still genannt werden. Diese Maschine stellt eine Kombination von Dampfmaschine und Dieselmotor dar. Der Dampfkessel kann durch die Abgase des Dieselmotors oder durch besondere Oelfeuerung geheizt werden. Die Anlage ist erstmalig auf dem englischen Frachtschiff „Dolius" von 11100 BRT zur Anwendung gelangt. Wenn auch die Resultate, die mit dieser Kombinationsmaschine erzielt wurden, gute waren, so hat diese doch bisher noch keine besondere Verbreitung in der Handelsflotte gefunden.

2. Die Schiffsdieselmaschine.

Von viel grösserer und einschneidender Bedeutung als die Umstellung von Kohle zu Oel ist die Umstellung vom Dampfkessel zur Dieselmaschine. Handelt es sich doch nicht nur um ein Wechseln des Brennstoffes, sondern zugleich um die Einführung einer ganz neuen Schiffsmaschine, die einen ganz andern Schiffstyp, das Motorschiff, entstehen liess[1]).

1) Die Antriebsmaschine dieser Schiffe trägt bekanntlich den Namen ihres genialen Erfinders, des deutschen Ingenieurs Diesel, über dessen Leben und Lebenswerk hier einiges zu sagen mir eine Ehrenpflicht ist.

Rudolf Diesel wurde am 18. März 1858 in Paris als Sohn deutscher Eltern geboren. Nach ihrer Ausweisung aus Paris im Jahre 1870 zog der Sohn nach München. Bereits 1879 vollendete er sein Studium an der dortigen Technischen Hochschule. Schon während seiner Studienzeit begann er sich speziell der Frage der Verwertung der Isotherme zuzuwenden. 1893 meldete er nach langen, mühsamen Versuchsarbeiten sein erstes Patent für einen rationellen Wärmemotor an, dem in rascher Folge viele anderen folgten. Im selben Jahre unterzeichnete er mit der Maschinenfabrik Augsburg einen Vertrag, der es ihm ermöglichte, an die weitere Ausgestaltung bis zur endgültigen Lösung des Problems des Wärmemotors in aller Ruhe zu gehen. Fast zu gleicher Zeit schloss

Bei den Motorschiffen tritt die Bedeutung der Verwendung flüssiger Brennstoffe in der Seeschiffahrt besonders hervor. Erst hier kommen alle Vorteile, die mit diesem neuen Brennstoff verbunden sind, zur vollen Geltung, da der Oelverbrauch beim Motorschiff bedeutend geringer als beim Dampfschiff, der Wirkungsgrad ein bedeutend höherer ist. Bei der Oelmaschine fallen durch die restlose Verbrennung des Brennstoffes im Arbeitszylinder selbst alle Verluste, die in der Strahlung der Anlage bei Dampfmaschinen liegen, völlig fort[1]).

Maschinenart	Verbrauch für 1 PS/STD.	effekt. Maschinenwirkungsgrad in % der W. E.
Dampfmaschine mit Auspuff	7500—9600 W.E.	6,6— 8,4
Dampfmaschine mit Kondensator (oder Turbine für überhitzten Dampf) . .	4300—6300 „	10,0- -15,0
Sauggasmaschine	2800—3500 „	18,0—23,0
Dieselmaschine	1900—2000 „	32,0—34,0

er Lizenzverträge mit den Firmen Friedr. Krupp in Essen und Gebr. Sulzer in Winterthur ab.

Den ersten Abschluss fanden seine Versuchsarbeiten durch den im Jahre 1897 vollendeten 4 PS-Motor. Dieser Ausführung folgten nun in raschem und steigendem Masse ständig Neukonstruktionen, die schliesslich zu der heutigen Ausbildung des Motors bis zu einer Zylinderleistung von 2000 PS führten.

Dem Erfinder selbst war es nicht vergönnt, den ganzen Erfolg und Siegeszug seiner Maschine noch mitzuerleben. Am 30. September 1913 war Diesel in die Dieselgesellschaft zu London berufen. Er stieg am Tage vorher in Antwerpen an Bord des Kanalschiffes und wurde am nächsten Morgen bei der Ankunft in Harwich vermisst. Vierzehn Tage später wurde seine Leiche in der Ostscheldemündung gefunden. Wenn es auch niemand gesehen hat, wie Diesel gestorben ist, so ist es doch wahrscheinlich, dass namenlose Kämpfe gegen ungeheure Angriffe, teilweise persönlichster Art, und Sorgen dem Leben dieses grossen deutschen Erfinders ein Ziel gesetzt haben. Sein Name lebt aber weiter fort und jede Dieselmaschine setzt ihm in ihrem Namen ein lebendiges Denkmal.

Ueber „Die Entstehung des Dieselmotors" sprach Ing. Rudolf Diesel selbst in der XIV. Hauptversammlung der Schiffsbautechnischen Gesellschaft. Sein Vortrag ist wörtlich abgedruckt in dem Jahrbuch der Schiffsbautechnischen Gesellschaft, 14. Band, Berlin 1913, Seite 267 ff.

1) Herbst a. a. O. S. 72.

Die Einführung des neuen Schiffsantriebes in die Hochseeschiffahrt bedeutete einen viel grösseren Kampf als die Einführung der Oelfeuerung bei der Dampfmaschine. Letztere hatte sich die grösseren Betriebserfahrungen der Dampfmaschine, die nach und nach zu einem Gedankenaustausch in der ganzen schiffsbauenden und schiffahrttreibenden Welt geführt hatten, zu Nutze machen können. Für den Oelmotor standen solche Erfahrungen nicht zur Verfügung, mit ihm wurde ein völlig neues Gebiet betreten.

A. Geschichtliches.

Die Geschichte der Motorschiffe ist noch verhältnismässig jung. Auch ist sie, im Gegensatz zur Oelfeuerung, noch nicht zu einem Abschluss gelangt. Die endgültige Durchkonstruierung des Motors, von dem die ganze Motorschiffahrt abhängt, ist noch nicht erreicht, so vollkommen an und für sich die jetzigen Ausführungen des Motors schon sind.

Die Entwicklung der Motorschiffe zeigt ein ganz anderes Bild als die der ölbrennenden Schiffe. Die Oelfeuerung konnte sich mit Leichtigkeit den schon vorhandenen Schiffen anpassen. Dies war der Dieselmaschine unmöglich, da sie ganz andere und neue Wege des Schiffsantriebes beschreitet. Mit der Weiterentwicklung des Oelmotors geht Hand in Hand die Entwicklung der Motorschiffahrt als solcher.

1897 vollendeten die Maschinenfabriken Augsburg-Nürnberg (MAN) den ersten wirklich verwendbaren Dieselmotor. Gebr. Sulzer in Winterthur machten es sich zur Aufgabe, diesen Motor dem Seeschiffsbetriebe anzupassen. 1903 konnten sie den ersten Dieselmotor, konstruiert für den Schiffsantrieb, herausbringen. Bald folgten andere Firmen, so besonders die Firma Burmeister und Wain in Kopenhagen. Es kam aber nicht zu einer rechten Entwicklung der Motorschiffe: Einerseits stand der Motor noch an Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit hinter den

erprobten Dampfmaschinen zurück. Andererseits verschlangen die Versuchsarbeiten so grosse Summen, dass die Werften nur zögernd und langsam an Motorschiffbauten gingen. Dies hemmte natürlich die Weiterentwicklung der Motorschiffe sehr. Erst kurz vor Kriegsbeginn kann man einen merklichen Fortschritt bemerken. Hieran ist ganz besonders die deutsche und darunter wieder die hamburgische Schiffahrt- und Werftindustrie beteiligt. Die Unternehmungslust der Hamburger Reeder und Werften hat sehr dazu beigetragen, den Schiffsmotor und das Motorschiff in seine jetzige Stellung zu heben. Ihr kühner Wagemut hat die hamburgische Schiffahrts- und Werftindustrie zu vorherrschender Stellung im deutschen und ausländischen Motorschiffbau geführt. Ein Ueberblick über die Geschichte des hamburgischen Motorschiffbaues seit den letzten Vorkriegsjahren gibt daher eine Geschichte der Motorschiffahrt überhaupt. In Deutschland liegen die Hauptetappen der Entwicklung, gekennzeichnet durch die Durchbildung des Motors, des Getriebes, der Föttingerkupplung und des Gebläses.

Albert Ballin, der ebenso kühne wie geniale Generaldirector der HAPAG war es, der erst die Bedeutung des Dieselmotors für die Handelsschiffahrt mit klarem Blick erkannte. Auf seine Anregung hin kaufte die HAPAG 1912 in raschem Entschluss in Kopenhagen das dänische Motorschiff „Christian X". Sie wollte mit diesem Schritt auf dem Gebiete der Schwerölmotore für die Handelsschiffahrt eigene Erfahrungen gewinnen. Kurze Zeit darauf stellte die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrtsgesellschaft das Motorschiff „Monte Penedo" in Dienst, das als erstes Schiff Zweitaktmotore hatte. Bis dahin hatte man stets den Viertakt vorgezogen, aus Gründen, die in dem Abschnitt über die Schiffsdieselmaschinen genannt werden. Das erste deutsche Tankmotorschiff wurde von der Germaniawerft 1913 der Deutsch-Amerikanischen Petroleumsgesellschaft übergeben. Dieses Schiff, wie auch

lange Zeit die folgenden, hatte zwei Motore, da man hiervon eine grössere Betriebssicherheit erwartete. Die Motore waren seinerzeit doch noch nicht so durchkonstruiert, als dass man nur einem Motor den Antrieb des Schiffes anzuvertrauen wagte.

Einen weiteren Schritt vorwärts in der Entwicklung machte die Werft Blohm und Voss durch ihren ersten Motorschiffsbau, der im April 1914 unter dem Namen „Secundus" von der HAPAG in Dienst gestellt wurde. Die Bedeutung dieses Motorschiffsbaues liegt darin, dass die Maschinen in vier Zylindern je 340 PSe entwickelten, eine bis dahin noch nicht erreichte Leistung.

Damals schon sahen die Erbauer von Schiffsölmaschinen ihr Ideal in einer Maschine, die bei geringstem Gewicht und Kostenaufwand durch intensivstes Arbeitsverfahren Leistungen von entsprechender Höhe aufwies. Auch hier wieder war es eine Hamburger Werft, die mit Mut und schnellem Entschluss an die Verwirklichung dieses Ideals ging. Bereits 1909/10 gründete Blohm u. Voss mit der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg eine Studiengesellschaft, der die Aufgabe der Ausbildung eines hochökonomischen und leistungsfähigen Schiffsölmotors gestellt war. Zur Erprobung der von dieser Studiengesellschaft entworfenen Motore baute Blohm u. Voss auf eigene Rechnung ein Versuchsfrachtschiff, den „Fritz", von 3083 BRT.

Infolge Verzögerungen durch den Kriegsbeginn fanden die ersten grösseren Versuchsfahrten erst 1915 und dann 1919 statt, die immer störungsfrei und den Erwartungen entsprechend verliefen. Leider musste auch dieses Schiff ausgeliefert werden, obwohl es ausdrücklich als Versuchsschiff bezeichnet war. Die englische Reederei, der das Schiff zugeteilt wurde, musste die neuartigen Maschinen nach kurzer Zeit schon herausnehmen, da ihre Bedienung und Pflege ihr unmöglich war, wie dies auch von deutscher Seite erwartet war. Dadurch wurde es unmöglich, die bereits gemachten und gesammelten Erfahrungen weiter

auszunutzen und zu erproben, was einer Förderung der Entwicklung der Motorschiffe wie auch des Motors sehr nützlich gewesen wäre.

Nach dem Kriege konnte der deutsche Motorschiffsbau sich infolge der einschränkenden Vorschriften und Bestimmungen des Wiederaufbaugesetzes für die deutsche Handelsflotte nicht recht entwickeln. Die den Reedern vom Reich gegebenen Entschädigungen und Wiederaufbaugelder waren so gering und durch die Inflation so bald in ein Nichts zerronnen, dass es den Reedern nicht möglich war, Mehraufwendungen, wie sie beim Bau von Motorschiffen entstehen, zu leisten.

Daher begrüssten sie sehr die Freigabe der früheren U-Bootsmotore, die das Reich zu verhältnismässig niedrigem Preise abgab. So baute die Hamburger Reederei Arnold Bernstein die früheren Küstenpanzer „Odin" und „Aegir" zu Motorschiffen mit U-Bootmotoren um. Noch einfacher verfuhr die Hugo Stinnes Reederei, die je zwei U-Kreuzerkörper zu einem Motortankschiff zusammenstellte.

Besondere Schwierigkeiten in der Weiterentwicklung des Schweröl motors als Schiffsantrieb lagen in dem Unterschied der günstigsten Umdrehungszahl der Maschine und der Schrauben. Nachdem dieses Problem durch die Zwischenschaltung eines Getriebes gelöst war[1]), wiederum von einer Hamburger Werft, nahm der Bau der Motorschiffe einen raschen Aufschwung. Durch den Bau der Zweischrauben-Fahrgastmotorschiffe „Monte Sarmiento" und „Monte Olivia" verschaffte die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrtsgesellschaft dem Motor Eingang auf grösseren Fahrgastschiffen. Diese Schiffe waren nicht nur die ersten grösseren Fahrgastschiffe, sondern seinerzeit die grössten und schnellsten Motorschiffe ihres Types überhaupt.

Die Wirtschaftlichkeit, mit der der Oelmotor den teuren Brennstoff verbraucht, und die immer weitergehende

1) Siehe Seite 31 ff.

Ausbildung der Oelmaschine selbst liessen die Anzahl und die Tonnengrössen der Motorschiffe schnell steigen. Während vor dem Kriege von der Gesamtwelthandelsflotte nur 0,45% durch Motore angetrieben waren, waren es am 30. Juni 1927 bereits 6.85%[1]). Ein weiteres Steigen ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, da dem Oelmotor in nächster Zeit wohl kaum eine Maschine mit ähnlicher rationeller Arbeitsweise entgegengestellt wird. Das Tempo der Vermehrung wird zunächst durch die Preisbildung auf dem Oelmarkte[2]) bestimmt werden und hängt weiter davon ab, ob es gelingt, schlechte, billigere Oele in der Dieselmaschine zur Verbrennung und vollkommensten Ausnutzung zu bringen.

B. Die Schiffsdieselmaschine; Zwei- und Viertakt.

Neben einigen Sonderkonstruktionen, die hier kaum in Frage kommen, ist allgemein der Schweröldieselmotor im Zweitakt- oder Viertaktverfahren in Anwendung. Auf die innere Konstruktion der Schwerölmaschinen und auf die einzelnen Vorgänge während ihres Arbeitsverfahrens einzugehen, ist hier nicht der Platz, da dies ein technisches Gebiet für sich ist[3]). An dieser Stelle soll nur kurz der Unterschied des Zweitakt- und des Viertaktverfahrens berührt werden. Ihre verschiedene Arbeitsweise bedingt verschiedene wirtschaftliche Ergebnisse, wie sich aus dem Folgenden zeigen wird.

Der Unterschied dieser beiden Maschinenarten liegt darin, dass beim Viertakt erst bei jeder zweiten Umdrehung, beim Zweitakt dagegen bei jeder Umdrehung eine Verbrennung erfolgt. Ein Zweitaktmotor hat also bei gleicher Ausführungsgrösse eine doppelte Leistung gegenüber dem Viertaktmotor.

1) Siehe Tabelle I a und I b.

2) Siehe Seite 90 ff.

3) Näheres in dem Buch von Scholz: Schiffsölmaschinen, Berlin 1924.

Die Entwicklung des Viertaktmotors ist schon zu einem gewissen Abschluss gekommen, im Gegensatz zum Zweitaktmotor. Das Ergebnis ist, dass diese Anlagen bei direktem Antrieb der Welle mit wirtschaftlichen Tourenzahlen ein so hohes Gewicht und einen so grossen Raumbedarf haben, wie Kolbenmaschinen inclusive der Kesselanlagen. Die Kosten einer solchen Anlage sind bedeutend höher, als bei einer modernen Dampfmaschinenanlage. Heute wird der Viertaktmotor nur dort noch zum direkten Antrieb benutzt, wo sein Raumbedarf der Rentabilität keinen Abbruch tun kann, so besonders beim Umbau von Dampfschiffen zu Motorschiffen, wo die Vermessungsvorschriften eine Ausnutzung des freiwerdenden Raumes als Laderaum verhindern. Sonst gelangt der Viertaktmotor nur noch in Verbindung mit Getrieben zur Anwendung.

Die Lösung des Problems des direkten Antriebes der Welle erblickt heute fast die ganze Schiffsmotorenindustrie im Zweitaktmotor. Die grösste bisher ausgeführte Zylinderleistung ist 2000 PSe, die grösste Maschinenleistung 15000 PSe, während beim Viertaktmotor als grösste Zylinderleistung bisher erst 1125 PSe erreicht werden konnten.

Die Hauptvorteile des Zweitakts gegenüber dem Viertakt liegen in der Verminderung der Zylinderzahl und in der damit zusammenhängenden Verringerung von Raum und Gewicht der ganzen Maschinenanlage, verbunden mit einer Ersparnis an Instandhaltungs- und Bedienungskosten. Ausserdem kann der Zweitaktmotor ohne aussergewöhnliche Gewichtsansprüche, wie sie der Viertakt stellt, auf solche Umdrehungszahlen konstruiert werden, wie sie für den Propeller die günstigsten sind. Gerade hierin liegt einer der grössten wirtschaftlichen Vorteile des Zweitaktmotors.

Trotzdem fand die Zweitaktkonstruction anfangs keinen rechten Eingang bei Schiffsantriebsmaschinen. Abgesehen davon, dass die erwähnten Vorteile nicht immer ausgenutzt werden konnten, gelang es anfangs nicht, beim Zweitaktverfahren gewisse Schwierigkeiten zu beseitigen. Am

meisten machte sich als hindernd bemerkbar das schlechte Ausspülen der Verbrennungsrückstände nach jeder Verbrennung. Diese Rückstände verhinderten eine vollkommene Verbrennung des neu zugeführten Brennstoffes, was zu einer mangelhaften Brennstoffausnutzung und damit unwirtschaftlichen Verbrennung führte. Die Schwierigkeiten gelang es zu beseitigen durch die Schlitzspülung. Ergebnisse mit dieser zeigten, dass der Wirkungsgrad der Maschine von rund 65% auf rund 80% erhöht wurde. Dies bedeutet gleichzeitig eine Steigerung der einzelnen Zylinderleistung und deren Ausnutzung.

Motore mit Schlitzspülverfahren werden hauptsächlich von der MAN gebaut. Sie lieferte bisher 25 Grossmaschinen mit 83200 PSe, womit 179152 BRT angetrieben werden, darunter das im Bau befindliche italienische Fahrgastschiff „Augustus" von 31000 BRT.

Nachdem dieser Nachteil der schlechten Ausspülung beseitigt war, machten sich die anderen Vorteile der Zweitaktkonstruktion, so besonders der Erzielung derselben Arbeitsleistung mit halbem Hubvolumen, einfachere Bauart, Gewichts- und Platzersparnis immer mehr geltend, sodass der Zweitaktmotor heute nach und nach die ihm zustehende Stellung im Seeschiffsbetriebe erhält[1]).

Der anfangs bedeutend höhere Brennstoffverbrauch des Zweitaktmotors ist durch die Ausbildung der Maschine herabgesetzt worden. Bei den neueren Anlagen ist der Unterschied gegenüber den Viertaktmotoren unbedeutend. Er übersteigt in der Zweitaktmaschine mit geringer Umdrehungszahl den der Viertaktkonstruction im allgemeinen um kaum 10%. Dieser Ueberschuss wird aber einmal durch die geringeren Anlagekosten und durch die Raum-

1) Am 1. Juli 1925 waren bei Motorschiffen von über 2000 BRT rund 17% mit Zweitaktmotoren angetrieben, am 1. Juli 1926 bereits 31%. Gleichzeitig war für 39,6% der am 1. Juli 1926 in Auftrag befindlichen 200 Motorschiffe von über 1000 BRT der Zweitaktmotor als Antrieb bestimmt. (Werft, Reederei, Hafen, Nr. 22 aus 1926, Seite 550.)

ersparnis, ferner durch das günstigere Verhältnis der Umdrehungszahl des Motors zum Propeller reichlich ausgeglichen.

Neben den heute allgemein gebrauchten Zweitakt- und Viertaktmotoren wird, allerdings noch vereinzelt, der nach den Patenten des deutschen Professors Junkers gebaute Gegenkolben-Zweitaktmotor verwandt. Man findet ihn zum ersten Male im März 1925 auf dem von der A. G. Weser für die HAPAG hergestellten Motorschiff „Primus". Der Motor musste aber bald wieder ausgebaut werden, da er noch nicht genügend durchkonstruiert war. Die Patente gingen dann an die englische Firma Doxford über, die den Motor weiter ausbildete und ihn für den Frachtschiffsbetrieb verwendbar machte. Es sind bisher ca. 150000 PS dieser Type hergestellt[1]). Der Motor hat heute bereits einen so sparsamen Brennstoffverbrauch und einen so hohen Wirkungsgrad, dass es nicht ausgeschlossen ist, dass er nach erfolgreicher Durchkonstruction die anderen Maschinentypen übertreffen wird.

Zur Verbrennung in der Schiffsdieselmaschine gelangt heute jedes, nicht zu leicht entflammbare Erdöl oder Erdölprodukt, das einen unteren Heizwert von mindestens 10000 W. E. hat und keine erheblichen mechanischen Verunreinigungen aufweist.

Gute Treiböle müssen folgende Zusammensetzung haben[2]):

Spezifisches Gewicht bei 15° C . . .	0,850—0,925
Zündpunkt im geschlossenen Apparat .	66—120° C
Wassergehalt	0—2%
Koksgehalt	weniger als 5%
Aschegehalt	weniger als 0,5%
Oberer Heizwert	etwa 10800 W. E.
Gehalt an w ichem Asphalt	weniger als 8%
Mechanische Verunreinigungen . . .	nur Spuren.

1) Werft, Reederei, Hafen Nr. 7 aus 1926.

2) Das Motorschiff, Nr. 2 aus 1925, Seite 49.

Ueber die Eignung der im Handel befindlichen Oele für Schiffsdieselmaschinen gibt folgende Tabelle einige Werte an[1]):

Oelart	Spez. Gewicht	Flamm-punkt	Heiz-wert in W. E.	Asche-gehalt	Verwendbar für Oelmaschinen
Galizisches Gasöl	0,87	126	10082	0,00	gut
Rumänisches Gasöl	0,89	87	9943	0,01	gut
Russisches Dieselöl (Baku)	0,95	138	9796	0,81	schlecht
Nordamerikanisches Gasöl	0,86	95	10100	0,05	gut
Texas Gasöl	0,89	86	9802	—	gut
Mex. Cruide oil	0,92	36	9743	15,80	schlecht
Braunkohlenteeröl	0,88	96	9840	—	gut
Deutsches Steinkohlenteeröl	1,00	73	9014	1,50	wenig geeignet
Grenzwerte	0,94	65	9800	0,20	—

Ueber die eigentliche Brauchbarkeit eines Treiböls entscheidet letzten Endes sein Verhalten bei der Erprobung in der Maschine. Den obigen Grenzwerten muss das Treiböl aber mindestens entsprechen, um mit Sicherheit in der Oelmaschine zu zünden und restlos zu verbrennen.

Das gegenwärtige Ziel im Motorenbau wird darin erblickt, solche Maschinen zu bauen, in denen alle flüssigen Brennstoffe, besonders die minderwertigeren und die Abfälle der Oelindustrie ohne besondere chemische und physikalische Vorbehandlung verwendbar werden.

C. Das Getriebe.

Eine allgemeine Grösseneinschränkung hat die Maschineneinheit durch die Einführung des Uebersetzungsgetriebes erfahren. Dieses verringert das Baugewicht, den Raumbedarf und die Anschaffungskosten so erheblich, dass die Konkurrenzfähigkeit moderner Motorenanlagen gegenüber modernen Turbinenschiffen eine bedeutende geworden ist.

Das Getriebe regelt das Verhältnis der Motorenumdrehungszahl zu der Propellerumdrehungszahl. Die

1) Scholz, Schiffsdieselmaschinen, Berlin 1924, Seite 26.

Lösung dieses Problems war für die weitere Zukunft der Motorschiffe so entscheidend, dass sie hier nicht übergangen werden darf.

Beim Schiffsantrieb stehen sich die beiden Antriebselemente: Maschine und Propeller, gegenüber. Der Propeller hat bei der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Frachtschiffe von 11 bis 12 Knoten bei rund 80 bis 90 Umdrehungen in der Minute den günstigsten Wirkungsgrad. Bei höherer Umdrehungszahl sinkt dieser Effekt schnell. Eine ungünstige Propulsion bedeutet aber eine ungünstige Ausnutzung der Maschinenleistung.

Die moderne Schiffsdieselmaschine dagegen verlangt eine erheblich höhere Umdrehungszahl, um mit grösstmöglichster Wirtschaftlichkeit arbeiten zu können. Diese liegt bei Turbinen etwa bei 3000, bei Dieselmaschinen etwa bei 350.

Zwischen diesen beiden Ansprüchen musste also ein Ausgleich geschaffen werden. Dieser ist heute allgemein erreicht durch die Zwischenschaltung eines Zahnradgetriebes oder durch den von Prof. Föttinger konstruierten und nach ihm benannten hydraulichen Transformator.

Die Entwicklung und Durchkonstruierung des Zahnradgetriebes ist in Deutschland hauptsächlich von Blohm & Voss betrieben worden. Ihr gebührt in vollem Masse das Verdienst, durch eingehendste wissenschaftliche Arbeit und unermüdliche Versuche das Problem ohne Nachahmung ausländischer Entwicklungen gelöst und für die Praxis verwendbar gemacht zu haben. Erfunden und zuerst angewendet wurde freilich das Getriebe ebenso wie die Turbine von der Firma Parsons in England. Blohm & Voss ging aber vollständig andere und eigene Wege.

Eine der Hauptschwierigkeiten bei der Durchbildung eines Zahnradgetriebes für Oelmotore lag in den schwankenden Kraftimpulsen der Maschinen, verbunden mit dem Auftreten von Resonanzschwingungen. Diese wurden durch entsprechende Massenverteilungen fast ganz beseitigt.

Als erste Motorschiffe wurden mit Zahnradgetriebe dieser Art die beiden HAPAG-Motorschiffe „Münsterland" und „Havelland" ausgerüstet. Die Maschinenumdrehungszahl von 390 in der Minute wurde durch das Getriebe auf 85 in der Minute für die Schrauben reduziert. Nach geringen Verbesserungen des Getriebes wurde dieses auf den beiden Motorschiffen „Monte Sarmiento" und „Monte Olivia" der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrtsgesellschaft eingebaut. Eine Schwierigkeit trat bei diesen Schiffen dadurch ein, dass es völlig neu war, zwei Motore auf nur ein Getriebe wirken zu lassen. Blohm u. Voss hat aber auch diese Schwierigkeit einwandfrei und völlig gelöst. Nach 2,5 jährigem, andauerndem Dienst haben sich irgendwelche aussergewöhnlichen Abnutzungen bisher in dem Getriebe noch nicht gezeigt.

Neben Blohm u. Voss bemühte sich noch die Vulkanwerft um eine Lösung dieses Problems. Sie trennte den Motor von dem Getriebe und legte zwischen diese beiden die von ihr weiter ausgearbeitete hydraulische Föttingerkupplung. Diese Kupplung soll die verschiedenen Kraftstösse der Maschinen auffangen. Ausserdem macht sie die Hauptmaschine von allen Umsteuerungen und Manövern frei und verlegt diese in das Getriebe. Durch das Auffangen der Kraftimpulse werden diese von dem Getriebe und den andern mitangeschlossenen Maschinen ferngehalten. Bei dieser Kupplung lassen sich auch, falls mehr als eine Maschine auf die Welle einwirkt, während der Fahrt einzelne Maschinen abkuppeln, ohne dass die andern Maschinen dadurch irgendwie in ihrer Arbeitsweise gestört werden. Auch sichert diese Kupplung ein sehr schnelles und unbedingt sicheres Manövrieren, wie es anders noch nicht besser erreicht wurde.

Die auf dieses Getriebe entfallenden Verluste der Gesamtleistung betragen durchschnittlich 3,5—4,0 %. Sie sind also im Hinblick auf den grossen Nutzen des Getriebes verschwindend gering.

Diese beiden Getriebearten ermöglichen es, die Motore zu Schnelläufern auszubilden, wodurch ihre Wirtschaftlichkeit erheblich gehoben wird. Ferner verkleinern diese Getriebe sehr den Raumbedarf der Maschine. Das Motorschiff „Altenfels" der Hansa Reederei hat zwei Motore, die durch das Vulkangetriebe auf eine Welle wirker. Das Gewicht der Maschinenanlage ist inclusive dem Getriebe um etwa 200 t kleiner als bei einem ähnlichen Motorschiff mit direktem Zweischraubenantrieb[1]). Diese 200 t Mindergewicht kommen der Ladefähigkeit zugute. Auch ist die Beladung der hinteren Laderäume bei Zweischraubenschiffen wegen des störenden zweiten Tunnels, abgesehen von dem durch diesen entstehenden Raumverlust, immer zeitraubender und dadurch teurer als bei Einschraubenschiffen.

D. Das Gebläse.

Eine wirtschaftlich sich stark auswirkende Verbesserung an den Motoren gelang der Deutschen Werft in Hamburg mit der Durchbildung des Frischluftgebläses.

Durch ein Turbogebläse wird den Zylindern vermehrt frische Luft zugeführt, wodurch die Leistung erheblich gesteigert wird. Beim Motorschiff „Monte Sarmiento" zum Beispiel konnte die Maschinenleistung von 5600 PS auf 7000 PS bei einer Geschwindigkeitsvermehrung um rund 1 sm erhöht werden.

Zur Anwendung kommt das Gebläse heute besonders bei Viertaktmotoren, deren Wirtschaftlichkeit es durch Verminderung des Raumbedarfes und Gewichtes, der Bau- und Betriebskosten erheblich steigert. Auch stellt das Frischluftgebläse in sich eine Leistungsreserve dar, von der dadurch die Hauptmaschine entlastet wird.

Das Frischluftgebläse ist heute so allgemein geworden, dass es auf fast allen Motorschiffen miteingebaut wird.

---

1) Schiffsbau Nr. 2 aus 1926 Seite 33.

E. Die technisch-ökonomische Bedeutung für das Schiff.

Aehnlich wie bei der Oelfeuerung liegen die Hauptvorteile bei der Dieselmaschinenanwendung im Schiffsbetrieb in einer Ersparnis an Raum, Gewicht und Brennstoffverbrauch, womit eine Erhöhung der Tragfähigkeit und eine Vergrösserung des Actionsradius verbunden ist.

a) Verminderung des Brennstoft-Raumbedarfes, -Verbrauches, -Gewichtes und des Maschinengewichtes.

Die Verminderung des von den Maschinen beanspruchten Schiffraumes — es fallen zum Beispiel die Kesselanlagen gänzlich fort — ist einer der grössten Hauptvorteile des Dieselmotors. Wenn auch Zahlen von Allgemeingültigkeit nicht existieren, so lassen sich doch auf Grund der bisherigen Beobachtungen gewisse Durchschnittswerte angeben.

Der für ein PS erforderliche Raum hängt ab von der Eigenart der Maschine, der Grösse der Maschinenanlage (der beanspruchte Raum wächst nicht mit der Zahl der PS) und den für die Maschinenanlage notwendigen Hilfsmaschinen. Die holländische Zeitschrift „Het Schip" brachte im Juli 1924 eine Zusammenstellung, die sie auf Grund von Beobachtungen auf insgesamt 490 Schiffen gemacht hat. Sie errechnet dabei folgende Werte: [1])

Für je ein PS wird folgender Raum beansprucht bei:

Zweifach Expansionsmaschine	0,85 cbm
Dreifach Expansionsmaschine	0,94 „
Vierfach Expansionsmaschine	0,96 „
Turbinen mit Reductionsgetriebe . . .	0,75 „
Oelmotore	0,54 „

Einer vollständigen Ausnutzung des Raumgewinns bei einem Umbau vom Dampfschiff zum Motorschiff stehen zur Zeit noch die Vermessungsvorschriften entgegen, die

1) Entnommen aus: Hansa Nr. 35 aus 1924 Seite 1016.

rein schematisch die Mindestgrösse des Maschinenraumes festlegen, ohne den tatsächlichen wirtschaftlichen Bedürfnissen Rechnung zu tragen. Daher ist es im allgemeinen lohnender, ein neues Motorschiff zu bauen, als ein Dampfschiff in ein Motorschiff zu verwandeln. Es ist aber zu hoffen, dass die Weiterentwicklung im Schiffsdieselmaschinenbau und der sich immer mehr geltend machende wirtschaftliche Einfluss der Motorschiffahrt eine Abänderung dieser einengenden Vorschriften in Bälde erzwingen werden.

Neben der Raumersparnis der Motoren- und Maschinenanlagen geht eine Gewichtsersparnis des ganzen Maschinengewichtes. Will man diese Ersparnis im Vergleich zu andern Schiffsmaschinen stellen, so muss die Leistung der Maschinen eine ungefähr gleiche sein. Ferner sind einzurechnen alle andern zu einer Schiffsmaschine gehörigen Anlagen. Hierzu sind zu zählen neben der Hauptmaschine die Wellenleitung, Rohrleitungen, Hilfsmaschinen, Reserveteile, Ausrüstungen der Maschinenräume, Kessel- bezw. Kühlwasser, Propeller und anderes mehr.

Ein Vergleich, der nur die Hauptmaschinen als solche gegenüberstellt, kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da die andern Anlagen sich ebenfalls mit der Art der Hauptmaschine ändern.

Ein unter Berücksichtigung des Gesagten aufgestellter Vergleich von sechs Schiffen zeigte folgende Ergebnisse[1]):

Verdrängung t	PSe beim Dampfer	PSe beim Motorschiff	Mittlere Seegeschwindigkeit sm	Schiffskörpergewicht t	Maschinengewicht		Bruttotragfähigkeit	
					Dampfer t	Motorschiff t	Dampfer t	Motorschiff t
1800	352	335	9.00	540	125	91	1135	1169
3000	625	591	9.50	865	208	175	1927	1978
5000	1010	960	9.75	1374	322	298	3304	3388
8000	1560	1482	10.75	2149	67	346	5384	5505
13000	2610	2480	11.00	3390	720	546	8800	9064
20000	4180	3935	12.00	5220	1073	825	13707	13955
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1) Werft, Reederei, Hafen Nr. 11 aus 1924 Seite 236.

Eine weitere Raumersparnis, Hand in Hand mit einer Gewichtsersparnis, liegt in dem geringeren Brennstoffverbrauch. Bei einem solchen Vergleich ist, ähnlich wie bei dem Vergleich von Kohlefeuerung und Oelfeuerung, zu berücksichtigen, dass der erforderliche Brennstoff bei Motorschiffen und bei Kohleschiffen einen verschieden hohen Heizwert hat, daher für die Leistungseinheit eine verschiedene Menge verbraucht wird. Während man bei Dampfern mit Kohlefeuerung mit einem Verbrauch von ca. 0,65 kg je PS und Stunde rechnet, beträgt dieser bei einer Dieselmaschine im guten Durchschnitt 0,19 kg je PS und Stunde. Beim Dampfer kommt noch der Speisewasservorrat hinzu, der rund 20% des Bunkergewichtes beträgt. Die folgende Tabelle zeigt den Unterschied im Brennnstoffverbrauch und im Gesamtgewicht der Maschinenbetriebsstoffe für die oben angeführten Schiffe[1]):

Verdrängung	Mittlerer Kohlenverbrauch per PSi u. Stunde	Zusatzwasserverbrauch per PSi u. Stunde	Mittlerer Treiböl-verbrauch per PSi u. Stunde	Brennstoff- u. Wassergewicht für die Reise incl. Reserve		Gesamtgewicht für Maschinenverbrauchsstoffe für die Reise	
				Dampfer	Motorschiff	Dampfer	Motorschiff
t	kg	kg	kg	t	t	t	t
1800	0.85	0.168	0.235	61.2	10.4	75.6	12.3
3000	0.79	0.158	0.220	156.1	26 6	181.9	28.2
5000	0.71	0.142	0.210	351.0	65.9	393,0	68.7
8000	0.68	0.136	0.202	741.6	144.6	802.6	149.1
13000	0.63	0.126	0.195	1507.9	326.1	1611.1	333.4
20000	0.63	0.126	0.190	2860.9	616.0	3035.9	628.7

Neben diesem tatsächlichen Minderverbrauch tritt bei dem Motorschiff eine weitere Verringerung des Brennstoffverbrauches dadurch ein, dass ein Dampfschiff seine Maschine schon lange vor Beginn der eigentlichen Leistung unter Dampf halten muss; ebenso bei vorübergehenden Leistungsunterbrechungen wie im Durchgangshafen, vor Barren, auf Reeden, in Schleusen und bei ähnlichem mehr.

Das Motorschiff dagegen verbraucht den Brennstoff nur zur tatsächlichen Fahrtleistung. Werden die Maschinen nicht gebraucht, so verbraucht es auch keinen Brennstoff.

1) Werft, Reederei, Hafen ebenda.

Diese Brennstoffersparnisse treten nicht nur im Vergleich mit dem Kohlefeuerungsschiff ein, sondern auch gegenüber dem Oelfeuerungsdampfer. Dieser verbraucht, wie auf Seite 10 gezeigt, durchschnittlich 0,38 kg Brennstoff je PS und Stunde, das Motorschiff aber nur 0,19 kg je PS und Stunde. Das Motorschiff zeigt, um wieviel sparsamer es den teuren Brennstoff verbrennt und wie es mit einer kleineren Menge eine verhältnismässig grössere Leistung erzielt.

So verbrauchte das amerikanische Schiff „Cubore" als Schiff mit[1]):

Kolbenmaschine und Oelfeuerung, täglich . . .	34,3 t Oel
Dampfturbine und Oelfeuerung, täglich . . .	32,7 t Oel
Dieselmotor, täglich	12,0 t Oel

Aehnlich wie bei der Oelfeuerung ist mit dem geringeren Brennstoffverbrauch eine Gewinnung an Ladungsgewicht verbunden, die Nettotragfähigkeit des Schiffes wird erhöht. Dies ist, wie schon eingangs erwähnt, weniger bei Umbauten als bei Neubauten der Fall. Eine Beobachtung bei den anf Seite 36 zu Grunde gelegten Schiffen zeigte, dass das Motorschiff eine grössere Nettotragfähigkeit hat[2]):

Verdrängung	Nettotragfähigkeit				Mehrtragfähigkeit bei Motorschiffen	
	Dampfer		Motorschiff			
t	t	in % der Bruttotragfähigkeit	t	in % der Bruttotragfähigkeit	t	%
1800	1059	93.3	1157	99.0	98	9.3
3000	1754	90.6	1950	98.6	205	11.8
5000	2911	88.2	3319	98.1	408	14.0
8000	4581	85.1	5356	97.3	775	16.9
13000	7279	81.8	8731	96.3	1425	19.9
20000	10671	77.8	13326	95.5	2655	24.8

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass man bei Umbauten eine Erhöhung der Geschwindigkeit festgestellt hat[3]).

1) Nautische Rundschau Nr. 4 aus 1926 Seite 109.
2) Werft, Reederei, Hafen Nr. 11 aus 1924 Seite 236.
3) Nautische Rundschau Nr. 10 aus 1925 Seite 274.

Oelfeuerungsschiff „Turbina“	umgebaut in	Motorschiff „Wieringen“
Mittl. Geschwindigkeit 6,97 sm		8,43 sm = plus 22 %
Mittlerer Tiefgang 6,51 m		6,43 m

Unter Berücksichtigung der gegebenen Zahlen und des bisher Gesagten kann man dahin zusammenfassen, dass das Motorschiff im Vergleich mit dem kohlebrennenden Dampfer ungefähr 1/3 bis 1/4 des Brennstoffgewichtes, im Vergleich mit dem ölbrennenden Dampfer ungefähr 1/2 des Brennstoffgewichtes verbraucht. Berücksichtigt man ferner den Unterschied des Raumbedarfes des Brennstoffes, so kann man folgende Vergleichszahlen gegenüberstellen[1]):

Art	Kohle-feuerung	Oel-feuerung	Diesel-motor
Raumbedarf des Brennstoffes	100	53,75	21,50
Brennstoffverbrauch	100	70,00	25,00
Gewicht des Brennstoffes . .	100	70,00	28,00

Diese, für das Motorschiff sehr günstigen Zahlen erhalten eine Einschränkung durch den grösseren Verbrauch des Motorschiffes an Schmieröl (Maschinenöl). Ein Motor hat viel mehr bewegliche, dazu schnell bewegliche Teile als eine Dampfmaschine. Bei dem oben angeführten Motorschiff „Wieringen“ zum Beispiel war der Schmierölverbrauch für eine Reise um 1100 Liter höher als bei dem früheren ölfeuernden Schiff. Im Durchschnitt ist der Schmierölverbrauch acht bis zehn mal höher als bei Dampfern. Bei besonders schnellaufenden Motoren kann er sogar bis auf das 15fache steigen, da ein nicht geringer Teil des Schmieröles in den Zylindern mitverbrennt. Nimmt der Schmierölverbrauch derartige Ausmasse an, so ist sein Einfluss auf die Rentabilität des Motorschiffes nicht zu leugnen. Im allgemeinen aber beeinflusst er nicht besonders diese Rentabilität.

Die Hauptfaktoren dieser Rentabilität sind eine Erhöhung der Nutzlast, also Vergrösserungsmöglichkeit der

1) Nach Angaben des Prof. Cadman, techn. Berater der Anglo-Persian Oil Company, in Nauticus 1926, Seite 308.

Einnahmen oder Vergrösserung der Geschwindigkeit durch Steigerung der Maschinenleistung, also Verbesserung der Transportleistung, ein Faktor, der besonders bei Fahrgastschiffen und schnellfahrenden Spezialschiffen in Betracht gezogen wird. Neben der Brennstoffersparnis und der damit verbundenen eventuellen Raumgewinnung bei Umbauten zu Motorschiffen kann bei Neubauten das ganze Schiff in sich kleiner gehalten werden, ohne dass dadurch der Nutzraum verkleinert zu werden braucht; also eine Verbilligung der Herstellungs- und Betriebskosten. Da die für eine bestimmte verlangte Geschwindigkeit notwendige Maschinenstärke in einem bestimmten Verhältnis zur Wasserverdrängung des Schiffes steht, ist es bei kleineren Schiffen, bei denen der Nutzraum im Vergleich zu Dampfschiffen ein gleich grosser bleibt, möglich, Maschinen mit geringerer Leistung einzubauen, was einen weiteren Gewinn bedeutet[1]).

b) Einfluss des Brennstoffpreises.

Gerade der bedeutend geringere Brennstoffverbrauch ist es neben den anderen Vorteilen, der diese neue Schiffsart mit den andern konkurrenzfähig macht. Aber auch hier zeigt sich, ähnlich wie bei der Oelfeuerung, wenn auch nicht in ganz so starkem Masse, eine Abhängigkeit von der Höhe des Brennstoffpreises. Diese Abhängigkeit kann aber — und hierin steht das Motorschiff im Gegensatz zum Oelfeuerungsdampfer bedeutend leichter durch die andern vorteilhaften Faktoren, so besonders durch den geringeren Anteil des Brennstoffgewichtes am Ladegewicht, gemildert werden. Der Oelpreis muss schon ein recht hoher sein, ehe er die Rentabilität des Motorschiffes gänzlich in Frage stellen kann. Dies zeigt auch ein Blick auf die Tabelle Nr. VIII. In ihr sind die Kosten des Brennstoffverbrauches eines Motorschiffes denen eines Oelfeuerungs- und eines Kohlefeuerungsdampfers gegenüber-

1) Vergleiche hierzu Tabelle auf Seite 36, Spalte 2, 3 und 4.

gestellt. Hierbei ist aber nur der Verbrauch an direktem Brennmaterial berücksichtigt worden. Die Berechnung zeigt, wie sehr das Preisverhältnis von Kohle und Oel dafür mitbestimmend ist, ob ein Reeder ein Schiff mit Feuerung oder mit Motor in Dienst stellen will. Diese Frage ist an späterer Stelle noch besonders besprochen worden[1]).

Uebersetzt man derartige Berechnungen in die Wirklichkeit, so sind neben dem Brennstoffverbrauch noch der Unterschied im Schmierölverbrauch und die Verschiedenheit des Verbrauches auf Fahrt, im Hafen und im Revier zu berücksichtigen. Eine auf dieser Grundlage aufgestellte Untersuchung zweier Schiffe führte zu folgendem Ergebnis[2]):

Es sind verglichen:

1. Einschraubendampfer mit dreifacher Expansionsmaschine und Kohlefeuerung;
2. Zweischraubenschiff mit Viertaktmotor.

Diese beiden Schiffe wurden beobachtet auf einer Durchschnittsrundfahrt Hamburg-New York-Newport News-Philadelphia-Hamburg (Reisedauer 2 Monate, davon 27,5 Tage auf See, 28 Tage im Hafen).

Schiff Nr. und BRT	Maschinenleistung PSi	PSe	sm	Brennstoffverbrauch je Tag in Tonnen
1 = 11 200	2500	2300	11,5	36,00
2 = 10 650	2500	2100	11,0	9,40

	Treiböl- bezw. Kohlenverbrauch in t Schiff Nr. 1	2		Schmierstoffverbrauch in kg Schiff Nr. 1	2
Seereise	990	259	Maschinenöl	261	1210
Revier	80	20	Zylinderöl	41	880
Hafen	98	30	Kompressorenöl	—	50
Hilfskessel	32	26	Talg	18	35
			Petroleum	651	400
			Vaclit	45	—

1) Siehe Seite 64 ff.
2) Scholz a. a. O.

	Gesamtverbrauch		Gesamtverbrauch		Differenz
	in Tonnen	Kosten in ℳ	in kg	Kosten in ℳ	
Schiff Nr. 1	1200	24 200,00	1016	269,00	
Schiff Nr. 2	335	9 568,00	2575	940,00	13 961,00

Infolge der geringeren Preisspanne von Heizöl und Treiböl tritt die günstigere Lage des Motorschiffes beim Brennstoffpreise gegenüber dem Oelfeuerungsschiff noch deutlicher in Erscheinung. Tabelle VIII zeigt dies ganz deutlich.

Diese im allgemeinen geringere Beeinflussung der Rentabilität des Motorschiffes durch den an und für sich sehr teuren Treibölpreis bringt es mit sich, dass das Motorschiff das ölgefeuerte Dampfschiff aus mancher Linie des Weltverkehrs verdrängen kann[1]).

Nach einem Bericht der amerikanischen Roosevelt Line aus dem Jahre 1924 hatte diese Linie einen Fracht- und Fahrgastdienst um die ganze Welt eingerichtet, auf dem sie Schiffe von 5 — 9000 BRT fahren liess. Während die Brennstoffkosten bei der Oelfeuerung für die Weltreise auf 30000 $ kamen, sanken sie für das Motorschiff auf 5000 $[2]).

Man hat ausgerechnet, dass bei einm Umbau der „Berengaria" (ex „Imperator"), die mit modernsten Turbinenanlagen von 60000 PS ausgerüstet ist, in ein Motorschnellschiff mit Getriebedieselmaschinen die Brennstoffkosten jährlich um rund 1 000000 $ geringer sein würden[3]).

Bei diesen Brennstoffkosten ist zu berücksichtigen, dass es sich stets um hochwertiges Treiböl handelt. Gelingt es, die Motore den geringeren Brennstoffen anzupassen, so ist natürlich damit gleichzeitig eine weitere Herabsetzung der Kosten verbunden.

---

1) Siehe Seite 64 ff.

2) Nautische Rundschau Nr. 17 aus 1924 Seite 481.

3) Werft, Reederei, Hafen Nr. 3 aus 1924 Seite 40.

c) Vergrösserung des Aktionsradius.

Endlich ist noch ein anderer Vorteil zu erwähnen, der mit der intensiveren Brennstoffausnutzung aufs engste verknüpft ist. Bei gleichem Gewicht des Brennstoffes im Vergleich mit Kohle- oder Oelfeuerung ergibt sich bei dem Motorschiff der Vorteil der bedeutend grösseren Fahrtstrecke. Dies eröffnet für bestimmte Linien die Aussicht, dass man die Oelvorräte immer nur da einzukaufen braucht, wo sie besonders billig sind, dass man andererseits aber auch ohne Gefahr Gegenden aufsuchen kann, in denen eine Brennstoffergänzung nicht möglich ist.

Wie weit der Aktionsradius bei Motorschiffen gegenüber Dampfern sich vergrössern kann, ergab ein Vergleich von drei Schiffen der HAPAG:

Schiff	Antriebsart	sm	BRT	Aktionsradius
Saarland	Einschraubenschiff mit Triebturbine und Kohlefeuerung	12	9650	6350 sm
Rheinland	Zweischraubenschiff mit direktwirkendem Dieselmotor	12	9910	25000 sm
Münsterland	Zweischraubenschiff mit Getriebe und Dieselmotor	12	10066	27000 sm

d) Die Vibration.

In dem bisher Gesagten ist ein Factor unerwähnt geblieben, der sich bei den Motorschiffen sehr unangenehm bemerkbar macht: die Vibration.

Diese tritt bei den Motorschiffen oft in einem solchen Masse auf, dass keine Stelle des Schiffes von ihr unberührt bleibt. Dies ist mit ein Grund, warum das Motorschiff in der Reihe der erstklassigen Fahrgastschiffe keine nennenswerte Stellung einnimmt. Zwar gibt es moderne Fahrgastmotorschiffe der ersten Klasse, so zum Beispiel den Schweden „Gripsholm“ und den Engländer „Carnavon Castle“. Ausserdem baut Italien zur Zeit verschiedene grosse erstklassige Fahrgastmotorschiffe. Im allgemeinen macht sich aber die Vibration so stark bemerkbar, dass

zum Beispiel das Fahrgastmotorschiff „Gripsholm" bereits sechsmal allein zu Versuchen, diese Erscheinung zu mildern, hat aus der Fahrt genommen werden müssen.

Aehnliche Erwägungen haben bei dem Bau des dritten und vierten Schiffes der Albert Ballin Klasse der HAPAG (der jetzigen „Hamburg" und „New York") mitgesprochen. Man hat vor der definitiven Auftragserteilung der Schiffe genau untersucht, wie hoch bei dieser Schiffsklasse auf der Route Hamburg-New York die Ersparnisse bei einem Dieselmotorschiff gegenüber einem Triebturbinenschiff mit Oelfeuerung sich stellen würden. Dabei ergab sich für das Triebturbinenschiff eine höhere Ausgabe im Brennöl- und Schmierölverbrauch von 401500 Mk. Nach Verbesserungen an den Hauptturbinen und den Hilfsmaschinen zeigte das Turbinenschiff aber nur noch eine höhere Ausgabe von rund 150500 Mk. Diese Ersparnis bei dem Motorschiff erschien der HAPAG nicht hoch genug, um statt eines Turbinenschiffes, von dessen Typ sich zwei Schiffe bereits gut bewährt hatten, ein Motorschiff in Auftrag zu geben. Als wichtigster Grund hierzu wurde geltend gemacht, dass das Motorschiff nicht die Gewähr bot, frei von allen Vibrationserscheinungen zu sein wie die Turbinenschiffe. Ferner sprach noch zu Ungunsten des Motorschiffes mit, dass die Betriebssicherheit trotz der gewaltigen Vervollkommnung der Motore[1]) noch nicht so gross ist wie bei den ausprobierten Turbinenschiffen. Betriebsstörungen dürfen aber auf der wichtigsten Route der Welt Europa-Nordamerika nicht eintreten, da die Fahrtzeit genau auf die Stunde vorgeschrieben ist. Es ist auf dieser Strecke sehr schwer möglich, die durch eine Störung etwa verlorene Zeit wieder einzuholen. Dies

1) Die englische Marine liess am 22. Okt. 27 in Plymouth einen kleinen Kreuzer unter dem Namen „Devonshire" von Stapel laufen, der bei einer Verdrängung von 10000 BRT durch Dieselmaschinen getrieben wird, die dem Schiff eine Geschwindigkeit von 30 sm geben sollen. Damit wird der Dieselmaschine als alleinigem Schiffsantrieb das Vertrauen zu unbedingter Betriebszuverlässigkeit bekundet.

würde aber leicht den ganzen Erfolg einer solchen Reise in Frage stellen können.

Diese Gründe bestimmten die HAPAG, auch das dritte und vierte Schiff der Albert Ballin Klasse als Oelfeuerungsschiff zu bauen.

e) Die Herstellungskosten.

Während es möglich ist, genaue Vergleichszahlen der Kosten bei Herstellung von Oelfeuerung- und Kohlefeuerungsanlagen zu errechnen, da diese Anlagen mittlerweile so durchkonstruiert sind, dass sie in der nächsten Zeit kaum billiger hergestellt werden können[1]), trifft dies bei den Schiffsdieselmaschinen noch nicht zu. Die Veränderungen und die fast täglich auftauchenden Verbesserungen verschieben das Resultat dauernd. Ein für längere Perioden geltendes Urteil kann erst abgegeben werden, wenn von derselben Maschinenart eine grössere Anzahl hergestellt und längere Zeit ausprobiert worden ist. Dies ist heute noch nicht der Fall. Doch ist angesichts der bisherigen Entwicklung anzunehmen, dass die Baukosten der Motorschiffe sich im Laufe der kommenden Jahre noch erheblich senken werden.

Eine englische Aufstellung aus dem Jahre 1925 gibt folgende Durchschnittswerte für die Baukosten pro Tonne Tragfähigkeit bei Eindeckfrachtschiffen an[2])

Tonnen	Kosten in Lstr.			
	Dampfschiff		Motorschiff	
	9 kn	10 kn	9 kn	10 kn
1000	21,00	24,00	27,00	30,00
2000	17,75	20,00	21,75	24,25
3000	15,25	17,00	18,00	20,00
4000	13,75	15,00	16,00	17,50
5000	12,50	13,50	14,50	15,50
6000	11,75	12,50	13,50	14,25
7000	11,00	11,50	12,75	13,50
8000	10,50	11,00	12,25	12,75

1) Ein Unterschied zwischen Kohle- und Oelfeuerung besteht in dieser Richtung heute kaum.

2) Werft, Reederei, Hafen Nr. 24 aus 1925 Seite 719.

Diese Tabelle zeigt neben der Tatsache der höheren Baukosten der Motorschiffe, dass der Unterschied bei grösseren Schiffen längst nicht so erheblich ist wie bei den kleineren. Während bei einem Schiff von 1000 Tonnen die Differenz 6,00 £ beträgt, sinkt sie bei einem 8000 Tonnen Schiff auf nur noch 1,75 £.

Dieser Unterschied der Baukosten kommt allein auf Rechnung der Maschine. Trotzdem bei einer Oelmaschinenanlage die ganze Kesselanlage, die Dampfleitungen pp. in Fortfall kommen, ist sie an sich doch ein komplizierteres und wertvolleres Object.

Auf der Tagung der britischen Marineingenieure im April 1925 gab Sir John Biles folgende Vergleichszahlen an, die Anspruch auf zur Zeit erreichbarste Genauigkeit machen können, da sie sich auf die Erfahrungen eines grösseren Zeitraumes stützen[1]).

Maschinenart	PS	Kosten in engl. Pfund
Oelfeuerungsturbine	28 000	380 000
Oelmaschine	27 000	460 000

Mittlerweile haben sich die Baumehrkosten eines Motorschiffes so gestellt, dass sie heute im Durchschnitt 10 — 15% betragen. Diesen Mehrkosten steht gegenüber die grössere Nettotragfähigkeit, die, wie die Tabelle auf Seite 38 zeigt, sich um ca. 10% bewegt. Während die Baukosten eine einmalige grössere Ausgabe darstellen, wenn man von der Verzinsung und der Amortisation absieht, ermöglicht die Erhöhung der Nettotragfähigkeit dauernde Mehreinnahmen. (Da es sich hier um einen theoretischen Vergleich handelt, ist natürlich 100% Ausnutzung des Nutzraumes vorausgesetzt.)

Neben den anderen Ersparnissen im Motorschiffsbetriebe ist es gerade die Zunahme des Laderaumes und des Ladegewichtes bei gleichbleibendem Deplazement, die

1) Schiffahrtsjahrbuch 1925 Seite 121.

die Rentabilität des Motorschiffes beeinflusst. Beobachtungen an einem 6000 Tonnen-Motorschiff ergaben, dass die höheren Anschaffungskosten der Dieselanlage in ca. zwei Jahren amortisiert waren und zwar hauptsächlich durch Mehreinnahmen [1]).

f) Die Betriebskosten.

Die Betriebskosten eines Schiffes bestimmen für den Reeder die Rentabilität des Schiffes; denn von ihrer Höhe hängt der Erfolg für den Reeder ab.

Ueber die Betriebskosten, von denen die Brennstoffkosten bereits vorher behandelt sind [2]), einen durch feste Zahlen ausgedrückten Vergleich anzugeben, ist ausserordentlich schwer, wenn nicht unmöglich, da diese in jedem einzelnen Falle schwanken. Ihre Höhe lässt sich nie im Voraus, sondern erst nachträglich ermitteln. Aus diesem Grunde können derartige Versuche, wie man sie stellenweise findet, dem Reeder nie ein wahres Bild geben, aus dem er Schlussfolgerungen ziehen könnte.

Es lässt sich aber immerhin einiges darüber sagen, ob die Betriebskosten bei den Motorschiffen höher oder geringer sind als bei den Dampfschiffen.

Aus der grossen Reihe der einzelnen Kostenfactoren sind die folgenden, als die hauptsächlichsten, herausgenommen:

aa) Heuer- und Unterhaltskosten für Offiziere und Mannschaften.

Ihre Höhe ist abhängig von der Grösse der Besatzung. Eine Hauptverminderung tritt selbstverständlich beim Maschinenpersonal ein. Beim Deckspersonal wird eine Verringerung erst dann fühlbar, wenn das Schiff in kleinerem Deplazement gehalten werden kann.

---

1) Werft, Reederei, Hafen, Nr. 24 aus 1924 Seite 719 ff.

2) Siehe Seite 40 ff.

Im Laufe der Zeit hat es sich herausgestellt, dass bei kleineren Motorschiffen der Personalbestand um ca. 40% bei grösseren Motorschiffen bis zu 55% geringer ist als bei ähnlichen kohlefeuernden Dampfern. Mit diesen Zahlen wird in Schiffahrtskreisen allgemein gerechnet. Gegenüber einem Oelfeuerungsschiff tritt kein nennenswerter Unterschied ein. Die Ersparnis erfährt eine Minderung dadurch, dass das Maschinenpersonal der Motorschiffe ein in jeder Hinsicht ungleich hochwertigeres sein muss als auf Dampfschiffen. Aber trotzdem lässt sich, wenn auch in kleinerem Masse, eine Minderausgabe bei Motorschiffen feststellen. Neben der Heuerersparnis ist die Ersparnis an Verpflegungskosten einzukalkulieren. Schliesslich darf nicht der Gewinn an Nutzraum durch die geringere Besatzung ausser Acht gelassen werden, wobei das schon bei der Oelfeuerung hierüber Gesagte ebenfalls in Betracht zu ziehen ist.

bb) Hilfsmaschinen, Laden und Löschen.

Die Höhe der bei Laden und Löschen entstehenden Unkosten ist abhängig von den Anlagen an Bord und den Anlagen an Land. Die Anlagen an Bord sind die Hilfsmaschinen, von denen allerdings nicht alle nur zum Laden und Löschen verwandt werden.

Während bei den Dampfschiffen die Hilfsmaschinen durch den reichlich zur Verfügung stehenden Dampf angetrieben werden, sind sie auf den Motorschiffen elektrisch angetrieben. Die elektrische Kraft wird durch Dynamos erzeugt, die entweder an die Hauptwelle selbst oder an einem besonderen Motor gekuppelt sind.

Die Baukosten der elektrischen Hilfsmaschinen stellen sich erheblich höher als die der mit Dampf getriebenen. Im Gebrauch sind sie aber so bedeutend billiger, dass man auf einigen Dampfschiffen auch die Hilfsmaschinen elektrisch antreiben lässt. Allerdings spielen im letzteren Falle auch noch betriebliche Zweckmässigkeitsgründe mit.

Folgende beiden Beispiele aus der Praxis zeigen den Unterschied dieser beiden Arten des Hilfsmaschinenantriebes.

1) Vergleich bei einem kohlefeuernden und einem Motorschiff nach Brennstoffgewichten [1])

Verdrängung t	Brennstoffgewicht für Hilfsmaschinen im Hafen		Brennstoff- und Wassergewicht für Laden und Löschen	
	Dampfer t	Motorschiff t	Dampfer t	Motorschiff t
1800	3,2	0,3	11,2	0,6
3000	6,1	0,6	19,7	1,0
5000	10,8	1,1	31,3	1,7
8000	19,0	1,9	42,6	2,6
13000	32,4	3,2	70,8	4,1
20000	66,0	6,6	100,0	6,1

Diese Zahlen zeigen, dass beim Motorschiff der Brenstoff für die Hilfsmaschinen nur ein Zehntel des Gewichtes hat wie bei einem Dampfer. Dies wirkt naturgemäss auch auf das Gewicht für den zum Laden und Löschen benötigten Brennstoff. Dieses beträgt in obiger Tabelle beim Motorschiff nur ca. 5% dessen, was das Dampfschiff verbraucht. Der Minderverbrauch an Brennstoffen für die Hilfsmaschinen kommt dem Brennstoffgewicht für die Hauptmaschine in jeder Beziehung zugute mit all' den Folgen für das Schiff, wie sie im Bisherigen gezeigt wurden.

2) Der folgende Vergleich stellt die Hilfsmaschinen als solche gegenüber. Verglichen sind Dampf- und elektrisch angetriebene Hilfsmaschinen. Der Dampf wird in Kesseln mit Oelfeuerung, die elektrische Kraft durch einen besonderen Dieseldynamo erzeugt [2]).

Antrieb der Hilfsmaschinen	Oel und Preis	Verbrauch auf See je Tag in kg	Hafenverbrauch mit Laden und Löschen in kg	Hafenverbrauch ohne Laden und Löschen in kg
Dampf	Heizöl 74 M/T	1750	6300	3500
Elektrizität	Treiböl 85 M/T	800	900	600

1) Werft, Reederei, Hafen Nr. 11 aus 1924 Seite 236.

2) Werft, Reederei, Hafen Nr. 5 aus 1925 Seite 75. Die Brennstoffpreise sind auf den August 1925, loco Hamburg/Hafen umgerechnet worden.

Kosten im Jahre bei 200 See- und 120/45 Hafentagen		Kostendifferenz
t	M.	M.
1264	93 536,00	
195	16 575,00	76961,00

Ein allgemeiner Durchschnittswert ist, dass ein Dampfer pro Tonne Tragfähigkeit 6 kg Kohle und 2,5 kg. Wasser, ein Motorschiff nur 0,5 kg Oel verbraucht.

Während es möglich ist, die Kosten der Hilfsmaschinen einander gegenüber zu stellen, ist dies für die Kosten des Ladens und Löschens nur soweit möglich, als es sich um die Anlagen an Bord handelt. Die ermittelten Werte wechseln sofort, sobald die Anlagen an Land mit einbezogen werden. Je nach der Güte dieser Anlagen steigen oder fallen dann die Gesamtkosten für Laden und Löschen. In einem Hafen mit modernen Kaianlagen werden sie niedrig sein; in anderen Häfen steigen sie aber verhältnismässig hoch. Stellenweise sogar sind die Reeder gezwungen, von sich aus einen vollständigen Lade- und Löschdienst mit Schleppern und Leichtern einzurichten.

Diese Unkosten belasten aber das Motorschiff genau so wie das Dampfschiff, sodass sie beim Vergleich nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

cc) Reparatur- und Instandhaltungskosten; Abschreibung und Versicherung.

Während es bei dem Vergleich von Kohlefeuerung und Oelfeuerung nicht notwendig war, diese Teile der Betriebskosten einander gegenüber zu stellen, da sie annähernd gleich sind und durch die Oelfeuerung als solche nicht verändert werden, ist ein solcher Vergleich von Dampfschiff und Motorschiff nötig, da sich hier zwei völlig anders geartete Schiffstypen gegenüberstehen.

Wirklich festliegende Zahlen lassen sich hier nicht geben. Einerseits hängt es auch bei diesen Betriebskosten so sehr von dem Einzelfalle ab, dass eine allgemeine Zahl

nie ein wahres Bild geben kann. Andererseits können die Erfahrungen bei Motorschiffen noch nicht auf ein solches Alter zurückblicken, wie es bei den Dampfschiffen bereits der Fall ist.

Die Instandhaltungskosten sind bei Motorschiffen gleichmässiger als bei Dampfschiffen. Wenn sie bei Dampfern anfänglich auch geringer sind als bei Motorschiffen, so steigen sie bei den Dampfanlagen infolge Kesselreparaturen und dem Einbau von Ersatzteilen immer mehr. Ein gut durchgebildetes Motorensystem scheint nach den bisherigen Erfahrungen in seiner Lebensdauer vorteilhafter zu sein.

Ferner ist es eine allgemeine Erscheinung, dass Dampfschiffe nach und nach ihre ursprüngliche Geschwindigkeit verlieren, während diese bei Motorschiffen sowohl im Laufe der Zeit als auch bei schwerem Seegang dieselbe bleibt. Falls das Dampfschiff die ursprüngliche Geschwindigkeit beibehalten soll, hat es umfangreiche Kesselreparaturen pp. durchzumachen, die im Laufe der Jahre in immer kürzeren Abständen sich folgen.

Aehnlich schwer festzustellen ist die Höhe des Unterschiedes in der Abschreibung bei Motorschiffen und Dampfschiffen. Zweck einer Abschreibung von Schiffen ist zweierlei: einmal Ausgleichung des Alterns infolge technischer Fortschritte und Neuerungen; ferner Ausgleichung der Schiffsabnutzung im Gebrauch.

Die Dampfmaschine ist mittlerweile zu einem gewissen Abschluss in ihrer Entwicklung gelangt; der Gestaltung des Motors harren aber noch viele Aufgaben. Es besteht daher für Motorschiffe beziehungsweise für ihre Maschinen noch sehr die Gefahr, durch technische Neuerungen zu veraltern. Dies ist durch entsprechend höhere Abschreibung im Vergleich zu der von Dampfschiffen zu berücksichtigen.

Trotzdem rechnen zur Zeit viele englischen Reeder[1]) für Motorschiffe mit 4%, für Dampfschiffe mit 5% Abschreibung. Als Grund hierzu geben sie an, dass beim

1) Hansa Nr. 26 aus 1925 Seite 1023.

Dampfschiff auf die Kesselanlagen eine höhere Abschreibungsquote entfällt. (Siehe Instandhaltungskosten!) Auch wird nach ihrer Angabe der Schiffskörper bei Dampfschiffen schneller abgenutzt beziehungsweise erfordert höhere Instandhaltungskosten, weil sich in der Nähe der Kesselanlage und der Bunker erfahrungsgemäss starke Korrosionen ergeben.

Die Verzinsung des Anlagekapitals hängt ab von der Höhe der Baukosten. Diese sind in ihrer Höhe bedingt durch die Bauart und Ausstattung des Schiffes und durch die allgemeine wirtschaftliche Lage auf dem Schiffsbaumarkte. Auf Seite 46 ist anhand einer Tabelle gezeigt, dass die Baukosten bei den Motorschiffen höher sind als bei Dampfschiffen. Daher ist auch die Verzinsung bei Motorschiffen eine höhere. Um wieviel höher ihr Prozentsatz gegenüber dem von Dampfschiffen liegt, hängt von dem Reeder beziehungsweise seiner finanziellen Lage ab.

Eine sehr grosse Rolle in der Schiffahrt spielen die Versicherungsgebühren. Das Seeversicherungsgeschäft ist eines der wichtigsten Geschäfte in der Schiffahrt überhaupt. Um nun zu verstehen, warum ein Unterschied in der Versicherung bei Dampf- und Motorschiffen besteht, sei vorher einiges über die Versicherung als solche gesagt.

Der Reeder sucht in der Versicherung eine Deckung gegen das Risiko eines eventuellen Verlustes von Schiff oder Fracht; oft sind einbegriffen grössere Verluste durch Seeschäden.

Die Höhe des in jedem einzelnen Falle vorliegenden Risikos setzt die Versicherungsbörse fest. Nach der Höhe des festgesetzten Risikos richtet sich dann der Prozentsatz des Wertes, mit dem das Schiff zu versichern ist. Um zu einem Urteil über dieses Risiko zu gelangen, hat die Versicherungsbörse sich die Versicherungsgesellschaften geschaffen. Lloyds in London sind die grösste dieser Gesellschaften. Aufgabe dieser Versicherungsgesellschaften ist es, alle Factoren zu sammeln, die auf die Höhe des

Risikos einwirken. Unter diesen Factoren gehören besonders:[1]) „Wert, Alter, Fracht, grössere Schäden und Reparaturen, Erneuerungen, allgemeine Seetüchtigkeit des Schiffes, Information über den Reeder, seine finanzielle Stellung, seinen und seines Schiffes Ruf mit Bezug auf gehabte und veranlasste Kollisionen und die daraus hergeleiteten Ansprüche. Ueber den Kapitän und das Vertrauen, welches ihm auf Grund seiner bisherigen Fahrtzeit zu schenken ist". Es spielen also neben den rein technischen Fragen auch rein individuelle Momente eine grosse Rolle bei der Bewertung des vorliegenden Risikos. Auf sie näher einzugehen, ist natürlich unmöglich. Hier können nur solche Momente in Betracht gezogen werden, die Tatsächliches bringen.

Sehr interessant zu dieser Frage ist die Stellungnahme des letztjährigen Kongresses des internationalen Transportversicherungsverbandes, der im November 1926 in Scheveningen tagte. Der Kongress befasste sich des längeren gerade mit der Frage der Versicherung von Motorschiffen[2]). Das Resultat der Verhandlungen war, dass man es mindestens für die Jetztzeit noch für ausgeschlossen erachtete, irgendwelche einheitliche Bedingungen und Prämiensätze für die verschiedenen Typen der Motorschiffe festzusetzen. Nach Ansicht der Versicherer harren beim Motorschift noch zuviele technische Probleme der Klärung, die von heute auf morgen eine Aenderung hervorrufen können.

Die Versicherer halten bei Motorschiffen ein viel grösseres Risiko für vorliegend als bei Dampfschiffen. Dieses höhere Risiko sehen sie in zwei Momenten:

Einmal ist es die diffizilere Natur der Motormaschinenanlagen; ferner berücksichtigen sie, dass es nicht möglich sei, geeignete Reparaturgelegenheiten an jedem Hafen

---

1) Commentz: Die Grundlagen der Rentabilität von Frachtschiffen. Charlottenburg 1912 Seite 29.

2) Der genaue Bericht über diese Tagung ist in: Motorschiff Nr. 22 aus 1926 enthalten.

vorzufinden. Schliesslich beziehen sie in die Bewertung des Risikos bei Motorschiffen noch ein, dass die Schiffe bei Reinigungen, die unbedingt vor jeder grösseren Reparatur erfolgen müssen, einen höheren Aufwand an Kosten und Zeit haben, besonders dann, wenn ein Teil des Oeles im Doppelboden untergebracht sein sollte.

Das Wichtige an der Stellungnahme der Versicherer ist, dass anscheinend die Betriebssicherheit der Maschinen als gegeben angenommen wird.. Das Schwergewicht legen sie auf eventuelle höhere Reparaturkosten infolge ungenügender Reparaturmöglichkeiten. Wenn dies tatsächlich das Hauptargument ist, mit dem ein höheres Risiko bei Motorschiffen gerechtfertigt wird, so ist anzunehmen, dass es in nächster Zeit bei weiterer Ausdehnung der Motorschifffahrt verschwinden wird. Denn je mehr Motorschiffe in Fahrt gesetzt werden, umsomehr Häfen werden sich mit den entsprechenden Reparaturanlagen ausrüsten [1]).

Ferner scheinen die Versicherer nicht zu berücksichtigen, dass die Motorschiffe wegen ihrer höheren Versicherung bereits höhere Prämiensummen abwerfen. Man fragt sich daher, warum der prozentuale Prämiensatz trotz der höheren Versicherungssumme an sich noch höher sein muss.

Auf jeden Fall ist es für Reeder und Schiffsbauer eine wichtige Aufgabe, diese hohen Prämiensummen dadurch zu drücken, dass sie die Motoren dem Betrieb und den Anforderungen auf dem Hochseehandelsschiff immer mehr anpassen.

---

1) So gab es 1925 (nach der Weltkarte der Oelbunker- und Kohlestationen, bearbeitet von Dr. Schweer, Verlag L. Friederichsen, Hamburg) folgende

Oelbunkerstationen im Vergleich zu Kohlebunkerstationen:

122	in Europa	279
65	in Asien	101
23	in Afrika	54
11	in Australien/Südsee	36
63	in Nordamerika	67
32	in Mittelamerika	34
36	in Südamerika	42

Die letzte Entscheidung über die Höhe des Risikos wird aber immer, wie eben erwähnt, in der Statistik der Unfälle liegen.

Zu den bisher genannten Betriebskosten wären noch zu zählen: Allgemeine Verwaltungsunkosten (Büros, Agenturen, Reclame pp.), Vermittlungsgebühren, Hafenabgaben, Kanalgelder, Leuchtfeuerabgaben und ähnliches mehr. Sie brauchen hier aber nicht weiter berücksichtigt zu werden, da sie mit der Umstellung auf eine andere Antriebsart wenig oder garnichts zu tun haben. Bei den Hafenabgaben und Kanalgeldern könnte bei Motorschiffen im Vergleich zu Dampfschiffen insofern eine Verminderung erfolgen, weil Motorschiffe bei gleicher Ladefähigkeit ein geringeres Deplacement haben als Dampfschiffe. Meistens wirkt sich dies aber bei solchen Abgaben nicht besonders aus, da sie in der Regel für längere Perioden von den Hafenverwaltungen und den Reedern vertraglich festgelegt sind.

Die Höhe des Ueberschusses über die Betriebskosten wird übrigens keineswegs allein durch die grösseren oder geringeren Betriebskosten des Schiffes bestimmt. Der Wettbewerb auf dem Seefrachtenmarkt tritt hier als Regulator auf. Daraus geht hervor, dass die Selbstkosten eines Schiffes auf verkehrsreichen Routen, auf denen ein scharfer Wettbewerb herrscht, einen bedeutend grösseren Einfluss auf die Rentabilität eines Schiffes haben als auf weniger verkehrsreichen Seewegen.

Es leuchtet daher ohne weiteres ein, wie schwer es ist, für die Betriebskosten eines Schiffes und speziell eines Motorschiffes eine feste Gesamtzahl zu finden. Bei Dampfern ist dies vielleicht eher möglich, da diese durch den Erfahrungsaustausch der vielen Jahre schon in jeder Richtung erkannt sind.

Derartige Vergleiche, die nach Möglichkeit alle Factoren berücksichtigen, findet man daher kaum, meistens sind es nur Vergleiche der Brennstoffkosten; stellenweise werden noch die Personalkosten mit einbezogen. Um so

begrüssenswerter ist es, dass neuerdings sowohl von deutscher wie auch von englischer Seite aus versucht wurde, einen Vergleich zusammenzustellen, der sich auf längere Erfahrungen stützt und zugleich möglichst alle Betriebskosten einbegreift.

Auf deutscher Seite sind drei Schiffe der HAPAG verglichen, von denen eins mit Kohlefeuerung und Triebturbine, die beiden anderen durch Dieselmotor getrieben werden. Das Ergebnis dieser langen Beobachtungen war folgendes[1]):

Vergleichsfaktor	Kohlefeuerung zu Dieselmotor
Betriebskosten	100 : 54,5
dto. incl. 15% Verzinsung und Amortisation .	100 : 78,5
dto. incl. Instandhaltungskosten	100 : 80,0

Während diese deutsche Zusammenstellung nur die Endergebnisse des Vergleiches angibt, nennt die englische die einzelnen Posten. Ausserdem ist der englische Vergleich deswegen besonders interessant, weil mit dem Motorschiff ein ölgefeuerter Dampfer verglichen ist. Dem Vergleich zugrundegelegt sind die jährlichen Betriebskosten für 120000 sm Fahrt[2]).

Art der Unkosten	Kosten in engl. Pfund	
	Motorschiff	Oelfeuerungs-dampfer
Heizmaterial	144 640	243 750
Schmiermaterial	11 554	241
Speisewasser für Kessel bezw. Kühlwasser für Motore	160	2 217
Löhne für Maschinenpersonal	10 000	12 000
Zinsen, Abschreibung, Versicherung und Instandhaltung	85 100	70 390
	251 454	328 598

Diese Aufstellung zeigt wieder recht deutlich, dass die Hauptersparnisse beim Motorschiff beim Brennstoffverbrauch gemacht werden. Dieser ist in diesem Beispiel um rund 100000 £ niedriger als bei dem Dampfschiff. Dadurch

1) Werft, Reederei, Hafen Nr. 5 aus 1926 Seite 75.
2) Schiffahrtsjahrbuch 1926 Seite 121.

werden diejenigen anderen Kosten, welche beim Motorschiff höher liegen, wieder reichlich ausgeglichen.

Die Ausgabe für den Betriebsstoff ist immer die höchste Position der Betriebskosten überhaupt. Daher muss der Reeder gerade diesen Kosten die grösste Aufmerksamkeit zuwenden. Durch die Möglichkeit der Brennstoffversorgung beziehungsweise durch die Höhe der vorliegenden Brennstoffpreise wird er sich bestimmen lassen müssen, ob er ein Dampfschiff oder ein Motorschiff auf der betreffenden Route in Fahrt setzen will. Hierüber soll im folgenden noch eingehender gesprochen werden.

II. Kapitel.

Weitere Folgen der Verwendung flüssiger Brennstoffe für die Schiffahrt.

Das erste Kapitel diente der Feststellung, was die Umstellung auf den flüssigen Brennstoff für das einzelne Schiff und seine Betriebswirtschaftlichkeit bedeutet. In diesem Abschnitt soll nun gezeigt werden, wieweit die Veränderung in der Betriebswirtschaftlichkeit sich in der Schiffahrt als solcher geltend macht.

1. Allgemeine Preisgrenzen der drei Brennstoffarten: Kohle, Heizöl, Treiböl.

Der Hauptfactor, der auf die Rentabilität Einfluss hat, ist der Preis des Brennstoffes. Dies wurde ja schon im ersten Kapitel genügend betont. Ferner wurde hervorgehoben, dass im Vergleich zu kohleverbrauchenden Schiffen die Rentabilität der ölverbrauchenden Schiffe von einem ganz bestimmten Preisverhältnis des Oels zur Kohle abhängig ist. Fällt einseitig der Preis der Kohle, so steigt das Oel damit relativ in seinem Preis; steigt dagegen der

Kohlepreis für sich allein, so bedeutet dies eine relative Verbilligung des Oelpreises. Aber auch der Oelpreis ist dauernden Schwankungen unterworfen, sowohl nach Ort wie nach Zeit. Es ist daher unmöglich, einen sogenannten Weltdurchschnittspreis für Oel festzulegen. Die Errechnung eines solchen Preisgebildes würde in keiner Weise den wirklichen Verhältnissen entsprechen, daher ein unwahres Bild geben.

Es ist vielmehr notwendig, die drei verschiedenen Brennstoffe so einander gegenüberzustellen, dass bei den verschiedensten Preisen festgestellt werden kann, wo die Rentabilitätsgrenze für Kohle- und Oelpreis liegt. Da diese Rentabilität aber nicht nur einseitig vom Brennstoffverbrauch bestimmt wird, sondern auch von dem Anteil des Brennstoffgewichtes abhängt, so muss als Berechnungsgrundlage die Bruttotragfähigkeit (BTF) genommen werden. Die BTF ergibt sich aus den Bruttoregistertonnen (BRT), vermindert um das Schiffskörper- und Maschinengewicht. Würde man die Anzahl der BRT als Vergleichsbasis wählen, so würde das Resultat falsch sein, da das Motorschiff bei gleicher Anzahl BRT eine grössere Tragfähigkeit hat, wie im ersten Kapitel gezeigt wurde[1]). Auch übersteigt die Höhe der notwendigen Kapitalanlage beim Motorschiff diejenige des Dampfschiffes bei dieser Vergleichungsgrundlage bei weitem nicht so sehr, da das Motorschiff kleiner ist, als wenn die gleiche Anzahl BRT zum Vergleich genommen wird.

Immerhin wäre ein Vergleich selbst auf einer derartigen Grundlage äusserst schwierig und würde zu Ungenauigkeiten verleiten, weil die Verhältnisse auf dem Schiffahrtsmarkte zu komplizierte und schwankende sind. Es ist daher notwendig, etwas zu schematisieren. So muss angenommen werden, dass die drei Vergleichsschiffe volle Wegladung bis zur Freibordmarke haben. An und für sich ist dies selten der Fall, besonders bei der heutigen Lage auf dem Seefrachtenmarkte. Selbst in guten Zeiten haben die

1) Siehe Seite 38.

Schiffe den einen oder andern Laderaum leer oder nicht voll ausgenutzt.

Schliesslich konnten die andern Betriebskosten nicht einbezogen werden, da auch diese von Fall zu Fall wechselnde sind.

Es wurden folgende Schiffe als Vergleichsschiffe angenommen:

Antriebsart	BRT	PS	sm	BTF	Verbrauch je PS/STD in kg
Kohlefeuerung	8000	1500	11	5350	0,65
Oelfeuerung	8000	1500	11	5350	0,45
Dieselmaschine	7800	1400	11	5350	0,20

Für diese Schiffe sind nun berechnet worden:

1.) Die Mengen und die Kosten des Brennstoffes bei verschiedener Preislage und Fahrtstrecke.

2.) Der Anteil des Brennstoffgewichtes an der Bruttotragfähigkeit.

Unter diesen Voraussetzungen ist die Tabelle Nr. VIII berechnet. Sie gibt die Kostenhöhe des Brennstoffverbrauches bei verschiedenen Preisen auf Entfernungen bis zu 15000 sm an. Ferner ist aus ihr das Verhältniss von Brennstoffgewicht und BTF zu ersehen.

Aus den Zahlen dieser Tabelle lässt sich nun manche Schlussfolgerung ziehen:

2. Der Einfluss der Motorschiffahrt auf die Frachthöhe.

In den letzten Jahren, wobei von den aussergewöhnlichen Verhältnissen während des englischen Bergarbeiterstreiks abzusehen ist, stand den Motorschiffen (1926) im allgemeinen Brennstoff zu einem Preise von 60 — 90 M. je Tonne und dem Dampfschiff Kohle zu einem Preise von 20 — 25 M. zur Verfügung. Aus Tabelle Nr. VIII ist zu lesen, dass ohne Berücksichtigung der andern in dem Motorschiffsbetriebe liegenden Vorteile, also lediglich vom Gesichtspunkte der Brennstoffkosten aus gesehen, das Motorschiff billiger, zum mindestens aber nicht erheblich teurer fuhr als das Dampfschiff mit Kohlefeuerung.

Dies ist für den Motorschiffsreeder sehr wichtig. So kann er in Zeiten niedriger Frachtenlage, wie zum Beispiel vor dem englischen Bergarbeiterstreik, infolge geringerer Betriebskosten seine Schiffe noch in Fahrt halten. Er kann dabei noch mit geringem Gewinn oder wenigstens mit minimalen Verlust rechnen. In solchen Zeiten ist der Reeder von Dampfschiffen bald zum Auflegen gezwungen, was er bekanntlich erst tut, wenn die dauernde Infahrthaltung teurer ist als die Erhaltung des aufgelegten Schiffes. So zeigte sich in den Jahren 1923 — 1925, in denen für die Reeder das Seefrachtengeschäft ausserordentlich schlecht war, das überraschende Ergebnis, dass unter der grossen Anzahl der aufgelegten Schiffstonnen sich kein einziges Motorschiff befand. Es war dem Motorschiff möglich, in diesen Zeiten noch mit einer gewissen Wirtschaftlichkeit zu fahren.

In Zeiten hoher Frachtpreislage wird das Motorschiff bei einem verhältnismässig günstigen Preis des Brennstoffes einen höheren Gewinn erzielen als das Dampfschiff, da es eine höhere Tragfähigkeit hat. Ferner kann es diese Ladefähigkeit noch dadurch erhöhen, dass es nur soviel Brennstoff mitführt, als es bis zum nächsten preisgünstigen Hafen verbraucht.

Es liegt daher die Frage nahe, ob die Indienststellung von Motorschiffen auf den Frachtenmarkt drückend wirken kann. Hat es sich doch oft gezeigt, dass Dampfschiffe aus der Fahrt genommen wurden, sobald Motorschiffe auf derselben Strecke in Dienst gestellt wurden.

Ein rein theoretischer Frachtsatz lässt sich errechnen, indem man die Transportkosten addiert und diese durch die Tragfähigkeit des Schiffes dividiert. Die Differenz zwischen diesem theoretischen Frachtsatz und dem tatsächlich erreichten ist oft sehr erheblich, sowohl in positiver wie in negativer Richtung.

Die gesamte Preislage der Seefrachten ist im Gegensatz etwa zur Eisenbahnfracht, bei der volkswirtschaftliche und nationale Momente mitspielen, dem reinen Erwerbs-

interesse unterworfen. Dabei haben alle Schwankungen der Konjunktur, hervorgerufen durch das Verhältnis von Laderaum- und Frachtgutangebot, Einfluss. In Zeiten eines Ueberangebotes von Laderaum wird der Verfrachter die bestimmende Seite bei der Frachtfestsetzung sein. Hierbei wird er sich kaum nach dem theoretisch-errechneten Frachtsatz des Schiffes richten, sondern nach dem Verkehrswert seines Gutes. Auch ist es nicht immer gesagt, dass er nur dem billigsten Frachtraum die Ladung zuspricht; er wird auch die Vorteile des Transportes nach Art, Ort und Zeit in Betracht ziehen müssen. In solchen Zeiten kann das Motorschiff bei tragbaren Brennstoffpreisen mit grösserer Wirtschaftlichkeit fahren als das Dampfschiff, da ihm durch die grössere Tragfähigkeit eine grössere Einnahmemöglichkeit gegeben ist.

In schlechten Zeiten werden dem Reeder die Frachten von aussen angeboten, gleichsam diktiert. Sein Einfluss auf eine evtl. Erhöhung wird gering sein. Er muss sehen ob und wie er mit den angebotenen Frachten Transporte durchführen kann. Hierbei bietet ihm das Motorschiff die Möglichkeit, noch mit einigem Gewinn beziehungsweise ohne nennenswerten Verlust zu fahren. Er wird daher zweckmässig die Dampfschiffe nach Möglichkeit durch Motorschiffe ersetzen, da dies für ihn aus betriebswirtschaftlichen, Gründen lohnender ist. Dies war auch der Grund, warum vorübergehend auf mancher Route des Welthandels Motorschiffe an Stelle von Dampfschiffen traten.

Man darf daher nicht von einem Druck der Motorschiffe auf die Frachtenhöhe reden. Nicht das Motorschiff hat die Fracht infolge seiner Indienststellung herabgedrückt, sondern die Ungunst der Konjunktur, die ein Missverhältnis zwischen Laderaumangebot und Frachtgutmenge entstehen liess.

Sobald dieses Missverhältnis zu schwinden begann, stiegen die Frachten und es war auch den aufgelegten Dampfschiffen wieder möglich, mit einigem Ueberschuss zu

fahren. Dieses Anziehen der Frachten wird durch die Tätigkeit der Motorschiffe nicht behindert oder verlangsamt. Die Reeder, die in solchen Zeiten einen massgebenden Einfluss auf die Frachtenhöhe gewinnen werden, werden versuchen, eine möglichst hohe Linie zu erreichen. Der englische Bergarbeiterstreik, der grosse Kohlentransporte nach England nötig machte, zeigte dies wieder zu Genüge. Auch der Motorschiffsreeder wird in solchen Zeiten trotz der grösseren Wirtschaftlichkeit seiner Schiffe seine Frachtforderungen nicht mildern, sondern sich den Frachtsätzen der Dampfschiffe nach Möglichkeit anpassen.

Das Ergebnis ist also, dass in schlechten Frachtzeiten (von Seiten der Reeder aus gesehen) der Verfrachter die bestimmende Seite der Frachthöhe ist. Er wird sie im Interesse seines Gutes möglichst lange möglichst tief zu halten versuchen. In guten Frachtzeiten werden dagegen die Reeder den bestimmenden Einfluss bei der Frachtbestimmung haben und daher versuchen, die Fracht lange auf einer möglichst hohen Basis zu halten. Dabei ist es für den Reeder im allgemeinen gleichgültig, ob ihm Dampfschiffe oder Motorschiffe zur Verfügung stehen. Hat er Motorschiffe in Fahrt, so können ihm diese bei einigermassen günstigen Brennstoffpreisen eventuell wegen ihrer grösseren Ladefähigkeit und der damit verbundenen grösseren Einnahmemöglichkeit höheren Gewinn bringen als die Dampfschiffe. Diesen Gewinn wird er aber nicht in dem Sinne einer Frachtverbilligung verwenden, sondern zum Ausgleich früherer oder zukünftiger Verluste, die ihm schlechte Frachtzeiten oder anderes brachten. Der Motorschiffsreeder wird seine Forderung nicht eher mässigen, als bis dies auch der Dampfschiffsreeder tun muss. Und dieser wird sich zu diesem Schritt erst dann veranlasst sehen, wenn die Konjunktur, die ihm bisher günstig war, umzuschlagen beginnt.

Die grössere Wirtschaftlichkeit der Motorschiffe dient also nicht dazu, die Frachten zu drücken, sondern um

das grosse Risiko, das in dem Geschäft der Seeschiffahrt liegt, zu mildern.

Eine weitere Frage mag die sein, ob durch eine immer weitere Indienststellung von Motorschiffen bis zur endgültigen Verdrängung des Dampfschiffes die Frachten ganz automatisch und zwangsläufig sinken können.

Hierzu ist zu sagen:

Abgesehen davon, dass das Motorschiff auf mancher Route des Weltverkehrs ungünstiger fährt als das Dampfschiff, lässt sich über diese Entwicklung des Motorschiffsbaues und der Motorschiffahrt nichts Genaues sagen. Die Seeschiffahrt wie der Bau von Schiffen ist auf das Engste mit allen Erscheinungen in der Weltwirtschaft verknüpft und reagiert auf ihre leisesten Regungen. Weltwirtschaftliche Ereignisse können alle Berechnungen, so sorgfältig diese auch aufgestellt sein mögen, in kurzer Zeit umstürzen. Der englische Bergarbeiterstreik mit seiner völligen Umwälzung auf dem Seefrachtenmarkt von einer Depression zu einer Hochspannung der Frachten hat dies noch in letzter Zeit erneut bewiesen. Ferner hängt das Mass der weiteren Bautätigkeit von Motorschiffen nicht nur von der Leistungsfähigkeit des Schiffsbaues und den zu erwartenden Frachten ab, sondern auch von der Gestaltung der Brennstoffpreise. Bei einem erheblichen Steigen der Treibölpreise würde das Verwendungsgebiet des Motorschiffes eingeengt, da die Spanne zwischen Kohle und Oel eine zu grosse wird. Ob ein Steigen der Treibölpreise infolge Rückganges der Oelproduktion oder erheblichen Steigens des Oelverbrauches eintreten kann, ist an späterer Stelle behandelt.

Es ist daher unmöglich, irgendeinen Termin zu nennen oder zu errechnen, an dem man das Motorschiff in solch überwiegender Anzahl als Bestandteil der Welthandelsflotte antreffen wird, dass es — wenn man die wirkliche Gestaltung der Frachten unbeachtet lässt — zu einer allgemeinen Verbilligung der Frachten drängen könnte.

So wird also das Motorschiff für die nächste übersehbare Zeit keinen frachtvermindernden Einfluss ausüben. Erwartungen, die im Gegensatz zu dieser Ansicht auf eine Verbilligung der Einfuhrgüter hoffen, eilen den Tatsachen weit voraus. Die Befürchtung zum Beispiel, dass amerikanisches Getreide durch einen weiteren Einsatz von Motorschiffen derartig verbilligt nach Europa gebracht werden könnte, sodass es der europäischen Landwirtschaft ein gefährlicher Konkurrent werden würde, wird durch mancherlei widerlegt. Abgesehen davon nämlich, dass Amerika in immer steigendem Masse sein Getreide selbst verbraucht, liegen gerade auf der Europa-Amerika Route die Verhältnisse für Motorschiffe nicht so günstig, als dass das Motorschiff nach und nach das Dampfschiff völlig verdrängen könnte.

Immerhin ist es eine hohe Aufgabe der Handelskammern und ähnlicher Behörden, dauernd genaue Beobachtungen in dieser Richtung anzustellen.

Die Umstellung von Kohle zu Oel bedeutet letzten Endes nur eine Verbesserung der innerbetrieblichen Wirtschaftlichkeit im Schiffsbetriebe. Sie wirkt sich nicht in dem Masse aus wie seinerzeit die Umstellung von der Segel- zur Kohlendampf-Schiffahrt, die eine Umwälzung auf dem Frachtenmarkt hervorrief.

3. Vergleich der drei Schiffsarten auf verschiedenen Weltverkehrswegen.

Nach dieser kleinen Abschweifung möge wieder auf die aus Tabelle Nr. VIII sich ergebenden Tatsachen zurückgegriffen werden.

Viel wichtiger, da in der Gegenwart liegend, als der künftige Einfluss des Motorschiffes auf den Seefrachtenmarkt ist seine Geeignetheit für die lange Fahrt.

Einmal ist es das Zurückbleiben der Brennstoffkosten bei einer Vergrösserung der Transportentfernung. Während bei einem Preisunterschied von 5,00 M. je Tonne für den

Brennstoff sich bei 15000 sm für das Vergleichsmotorschiff eine Kostensteigerung von durchschnittlich 2000 M. ergibt beträgt diese bei dem Vergleichskohleschiff 6500 M. im Durchschnitt und bei dem Vergleichsölfeuerungsschiff 5400 M. Neben diesem Unterschied in dem Anwachsen der Brennstoffkosten steht als weiterer Vorzug der geringere Anteil des Motorschiffbrennstoffes an der Brutto-Tragfähigkeit. Während für 15000 sm dieser Anteil bei dem Motorschiff nur ca. 7,20 % beträgt, verliert das Kohleschiff ca. 25 % seiner Ladefähigkeit durch sein Brennstoffgewicht. Daher sind derartige grosse Bunkerstrecken für ein Kohleschiff denkbar ungünstig, seine Tragfähigkeit, also seine Einnahmemöglichkeit wird zu sehr beschnitten. Dies zeigt sich auch allgemein in der Praxis. Auf den weiten Strecken des Weltverkehrs, auf denen der Reeder bisher gezwungen war, dem Schiff einen Teil seiner Tragfähigkeit durch die Mitnahme eines erheblichen Brennstoffvorrates zu nehmen, nimmt er die Kohleschiffe aus dem Dienst und ersetzt sie nach Möglichkeit durch Motorschiffe.

Bei den Motorschiffen treten gerade auf den langen Strecken die Hauptvorteile hervor. Dabei ist allerdings das Anlaufen von Zwischenhäfen zum Ladungssammeln, wie es das Kohleschiff gerne macht, um dies mit einer eventuellen Brennstoffübernahme zur Verringerung der Brennstoffstrecken zu verbinden, für das Motorschiff unrentabel. Aus dem ersten Kapitel geht hervor, dass die Hauptvorteile beim Motorschiff auf der Fahrt entstehen. Weite Strecken zwischen zwei leistungsfähigen Häfen sind daher für das Motorschiff das geeignetste. Ein öfterer Hafenaufenthalt würde durch die damit verbundene Lade- und Löschzeit im Vergleich zur Fahrtzeit ein zu grosser Zeitverlust sein. Während dieser Zeit steigen zugleich alle von der Fahrtstrecke unabhängigen Kostenfactoren, als da sind: Mannschaftskosten, Abschreibung, Versicherung, Verzinsung des Anlagekapitals usw. Diese Kosten sind aber beim Motorschiff höher als beim Dampfschiff.

In dieser Geeignetheit des Motorschiffes für weite Fahrtstrecken liegen zwei weitere Möglichkeiten, ihre Wirtschaftlichkeit besser auszunutzen:

Das Motorschiff ist nicht so sehr wie das Kohleschiff an eine feste Route gebunden. Für den Reeder von Motorschiffen besteht daher immer die Möglichkeit, das Schiff bei passender Gelegenheit in anderer Fahrt zu verwenden. Unter Berücksichtigung einer entsprechenden Hafenentfernung liegt hierin eine weitere Gelegenheit zur Steigerung der Rentabilität des Motorschiffes, die sich natürlich zahlenmässig nicht ausdrücken lässt.

Das Motorschiff kann sich wegen seines grösseren Aktionsradius solche Häfen zum Bunkern aussuchen, auf denen es günstige Preise antrifft. Im allgemeinen sind die Brennstoffe gerade in den Bunkerstationen, die die Schiffe anzulaufen gezwungen sind, sehr hoch. Der grössere Aktionsradius macht das Motorschiff von dieser Abhängigkeit frei.

Es liegt daher die berechtigte Frage nahe, ob das Motorschiff für bestimmte Strecken des Weltverkehrs geeigneter ist als das Dampfschiff.

Will man das Motorschiff auf den einzelnen Strecken des Weltverkehrs mit dem Dampfschiff vergleichen, so ist diesem Vergleiche dasselbe vorauszuschicken, was der Berechnung der Tabelle Nr. VIII zugrunde gelegt wurde. Auf den folgenden Strecken müssen gleichwertige Schiffe unter möglichst gleichen Verhältnissen und Bedingungen verglichen sein. Dabei sind aber doch, soweit es ein solcher Vergleich erlaubte, die auf der betreffenden Route vorliegenden wirtschaftlichen Verhältnisse berücksichtigt.

Der Vergleich ist für sechs Hauptstrecken des Welthandels durchgeführt. Dabei wurde berechnet, inwieweit auf diesen Strecken sich die auf Seite 59 erwähnten drei Schiffe durch den Brennstoffverbrauch, seine Kosten und seinen Anteil an der Bruttotragfähigkeit unterscheiden. Als Preisgrundlage sind die Preise vom 20. November 1925

genommen. An diesem Tage waren die Preise in den Haupthäfen der Vergleichsstrecken folgende:

Hafenplatz	Preis je Tonne in M. für		
	Kohle	Heizöl	Treiböl
Hamburg	22,50	74,00	85,40
New York	24,20	43,90	58,10
New Orleans	23,20	38,85	52,00
Rio de Janeiro	56,50	79,40	108,00
Hongkong	37,80	74,80	81,20
Sydney	43,60	85,00	85,00

Die Vergleichsstrecken sind folgende:

A. Nordatlantische Fahrt (Hamburg—New York; 3570 sm)
B. Ostasiatische Fahrt (Hamburg—Hongkong; 10000 sm)
C. Südamerikanische Fahrt (Hamburg—Rio de Janeiro; 5536 sm)
D. Amerikanische Küstenfahrt (New York—Rio de Janeiro; 4478 sm)
E. Pazifische Fahrt (New York—Hongkong; 13100 sm)
F. Australische Fahrt (Hamburg—Sydney; 11832 sm)

A. Nordatlantische Fahrt.

Diese Strecke hat die grösste Bedeutung für den Welthandelsverkehr. Neben dem Frachtenverkehr — hauptsächlich amerikanisches Getreide und amerikanische Baumwolle — hat sich seit dem vorigen Jahrhundert durch den Strom der Auswanderer der Fahrgastverkehr zu der ersten Stelle in diesem Verkehr emporgeschwungen. Dadurch hat sich auf dieser Route der Typ des reinen Fahrgastdampfer so sehr ausgebildet, wie auf keinem anderen Weg des Weltverkehrs. Wegen der verhältnismässig günstigen Preisverhältnisse fahren die Fahrgastdampfer auf dieser Route fast alle mit Oelfeuerung. Da diese Fahrgastdampfer durchweg hochwertige Schiffe erster Klasse sind, haben sie als Antrieb die auf Seite 10 genannte Turbinenanlage mit Dampfüberhitzung. Auf Frachtschiffen findet man derartige kostspielige Anlagen nicht. Es war daher für den Vergleich auf dieser Linie notwendig, neben den drei zu Anfang

genannten Vergleichsschiffen auch diesen andern Typus als viertes Schiff einzuschieben, um diese Schiffsart zu berücksichtigen.

Sowohl die Oelfeuerungs- als auch die Motorschiffe nehmen ihren Brennstoff zweckmässig in New York an Bord, wo ihnen günstigere Preise zur Verfügung stehen, als in Hamburg. Die Verminderung der Tragfähigkeit auf der Heimreise durch Mitnahme des Brennstoffes für die Ausreise wird im allgemeinen durch die dabei erzielten Kostenersparnisse ausgeglichen. Natürlich wird es stets dem Einzelfalle überlassen bleiben müssen, ob das Schiff für die nächste Ausreise den billigeren Brennstoff mitnimmt oder ob es statt dessen mehr an eventuell vorhandenem Frachtgut lädt.

Das kohlefeuernde Schiff wird dagegen zweckmässig in den beiden Endhäfen bunkern, da der Kostenunterschied eine Tragfähigkeitsverminderung um 327 t auf einer Fahrt nicht rechtfertigt.

Neben dem ölgefeuerten Fahrgastschiff, das für diese Route als Spezialschiff anzusehen ist, haben nur noch Frachtspezialschiffe, wie Kühlraumschiffe für Gefrierfleisch u. ä., Oelfeuerung. Sonst fahren auf dieser Linie die Frachtschiffe noch durchweg mit Kohlefeuerung. Zwar fährt das Motorschiff um rund 2400 M. auf jeder einzelnen Fahrt billiger und kann auch bedeutend mehr t an Ladefähigkeit ausnützen. Aber dieser Gewinn gegenüber der Kohlefeuerung ist doch im Vergleich zu den Gesamtkosten des Schiffsbetriebes zu gering, als dass er zur endgültigen Einführung des Motorschiffes auf diesem Wege führen könnte. Da ausserdem dieser Gewinn nur bei voller Wegladung des Schiffes in Erscheinung tritt, was der Berechnung zwar zugrunde gelegt werden musste, in Wirklichkeit aber selten der Fall ist, verzichten die Reeder auf diesen Vorteil und lassen Kohlefeuerungsschiffe fahren.

Auch zeigt sich auf dieser Strecke die Ungeeignetheit des Motorschiffes für relativ kurze Strecken, da die Vorteile gegenüber dem Dampfschiff auf ihnen zu klein sind.

Die Vergleichsberechnung zeigte folgendes Bild:

Fahrtstunden	Verbrauch an Brennstoff in Tonnen bei			
	Kohlefeuerung	Oelfeuerung 1	Oelfeuerung 2	Motorschiff
325	327	220	185	90
	Brennstoffkosten bei Zugrundelegung des vorher genannten Preises in RM.			
Hamburg . . .	7357,50	16280,00	13690,00	7650,00
New York . .	7913,00	9658,00	8121,50	5229,00

Berechnungen von Brennstoff-Kosten			Gewicht	
Bei Kohlefeuerung:	Ausreise	7357,50	Ausreise	327 t
	Heimreise	7913,00	Heimreise	327 t
		15270,50		654 t
Bei Oelfeuerung 1:	Ausreise	9658,00	Ausreise	220 t
	Heimreise	9658,00	Heimreise	440 t
		19316,00		660 t
Bei Oelfeuerung 2:	Ausreise	8121,50	Ausreise	185 t
	Heimreise	8121,50	Heimreise	370 t
		16243,00		555 t
Beim Motorschiff:	Ausreise	5229,00	Ausreise	90 t
	Heimreise	5229,00	Heimreise	180 t
		10458,00		270 t

Gegenüberstellung auf einer Rundreise von Brennstoff-

Art	Kosten	Gewicht
Oelfeuerung 1 zu Kohlefeuerung .	+ 4045,50	+ 6 t
Oelfeuerung 2 zu Kohlefeuerung .	+ 972,50	— 99 t
Motorschiff zu Kohlefeuerung . .	— 4812,50	— 384 t
Motorschiff zu Oelfeuerung 1 . .	— 8858,00	— 390 t
Motorschiff zu Oelfeuerung 2 . .	— 5785,00	— 285 t

B. Ostasiatische Fahrt.

Auf dieser Strecke treten die Vorteile des Motorschiffes in mancher Beziehung hervor. Einmal ist das Preisverhältnis ein tragbares; ferner ist die Länge der Fahrtstrecke eine der Eigenart des Motorschiffes entsprechende.

Auf diesem Handelsweg liegen auf der Heimreise im allgemeinen ganz bedeutend grössere Ladungsmengen vor als bei der Ausreise. Eine Mehrtragfähigkeit wird daher praktisch nur auf der Heimreise ins Gewicht fallen.

Das Kohlenschiff nimmt daher auf dieser Fahrt in dem europäischen Hafen Kohle für die ganze Rundreise auf. wenn es nicht unterwegs unter ähnlichen Preisverhältnissen geeignete Kohle bekommen kann. Der Verlust von 915 t auf der Ausreise wird sich kaum auf die Rentabilität dieser Fahrt auswirken, da einmal eine volle Wegladung des Schiffes selten erfolgt, anderenteils aber rund 14000 M. an Brennstoffkosten weniger auszugeben sind. Auf der Heimreise steht dem Kohleschiff dann der ganze Laderaum zur Verfügung.

Das ölgefeuerte Schiff wird auf dieser Route so gut wie garnicht angetroffen. Einem Ladungsgewinn von ca. 1517 t, von denen aber nur der Gewinn von 301 t auf der Heimreise wichtig ist, steht eine Brennstoff-Mehrausgabe von rund 50000 M. gegenüber, die sich kaum durch eine Mehrladung ansgleichen wird. Zu einem regelrechten Fahrgastverkehr ist es auf dieser Weltroute noch nicht gekommen, da die Anzahl der Reisenden nicht solche Zahlen erreicht, die reine Fahrgastdampfer rechtfertigen könnten. Dagegen hat sich das Motorschiff auf dieser Strecke sehr gut bewährt. Zwar sind in dem vorliegenden Falle die Brennstoffkosten gegen den kohlebrennenden Dampfer um rund 1200 M. höher. Dieser Betrag dürfte sich aber im allgemeinen noch mindern, da Hongkong einer der teuersten ostasiatischen Oelhäfen ist. Das Motorschiff hat aber gegenüber dem Kohleschiff eine bedeutend höhere Tragfähigkeit — auf der Heimreise allein 660 t. Diese 660 t, die im allgemeinen weggeladen werden, bringen so hohe Mehreinnahmen, dass jene Mehrausgabe für Brennstoff überhaupt nicht berücksichtigt zu werden braucht. Daher ist im Laufe der letzten Jahre ein immer grösser werdender Bruchteil der an der Ostasienfahrt teilhabenden Tonnage von Motorschiffen gestellt worden. Gerade auf dieser Strecke tritt das zur Zeit wichtigste Problem der Motorschiffahrt hervor, das darin liegt, dass Motorschiffahrt und Dampfschiffahrt auf verschiedenen Wegen des

Welthandels unter der Einwirkung verschiedenartiger wirtschaftlicher Verhältnisse stehen, die entscheidend sind für die Rentabilität der Motorschiffahrt im Vergleich zur Dampfschiffahrt.

Die Vergleichsberechnung dieser Strecke auf Grund des Gesagten zeigt folgende Zahlen:

Fahrtstunden	Verbrauch an Brennstoff in t bei		
	Kohlefeuerung	Oelfeuerung	Motorschiff
910	915	614	255
	Brennstoffkosten bei Zugrundelegung des vorher genannten Preises in RM.		
Hamburg . .	20587,50	45436,00	21675,00
Hongkong . .	34587,00	45927,20	20706,00

Berechnung von Brennstoff-Kosten			Gewicht	
Bei Kohlefeuerung:	Ausreise	20587,50	Ausreise	1830 t
	Heimreise	20587,50	Heimreise	915 t
		41175,00		2745 t
Bei Oelfeuerung:	Ausreise	45436,00	Ausreise	614 t
	Heimreise	45927,20	Heimreise	614 t
		91363,20		1228 t
Beim Motorschiff:	Ausreise	21675,00	Ausreise	255 t
	Heimreise	20706,00	Heimreise	255 t
		42381,00		510 t

Gegenüberstellung einer Rundreise von Brennstoff-Art	Kosten	Gewicht
Oelfeuerung zu Kohlefeuerung . .	+ 50188,20	— 1517 t
Motorschiff zu Kohlefeuerung . .	+ 1206,00	— 2235 t
Motorschiff zu Oelfeuerung . . .	— 48982,20	— 1007 t

C. Südamerikanische Fahrt.

Diese Strecke — die südatlantische Route — verbindet Europa mit den südamerikanischen Republiken. Auf ihr werden Europa die reichen landwirtschaftlichen Erzeugnisse dieser Staaten zugebracht.

Während bei der Ostasienfahrt wenigstens auf der Heimreise der Reeder mit einem reichlichen Ladegutangebot rechnen kann, steht ihm dieses auf dieser Fahrt nicht mit

solcher Regelmässigkeit in Aussicht. Es tritt nur stossweise auf, zur Zeit der Ernte. In diesen Zeiten ist, da dann auch die Frachten gute zu sein pflegen, jede freie Tonne von Vorteil.

Wegen der Preisverhältnisse wird das Kohlesschiff, ähnlich wie bei Strecke B., für die ganze Rundreise Brennstoff in europäischen Häfen bunkern. Der Verlust an Ladefähigkeit auf der Ausreise tritt wegen Mangel an reichlicher Ausladung selten in Erscheinung. Ausserdem steht ihm ein Gewinn an Brennstoffkosten von rund 17000 M. entgegen.

Für das ölgefeuerte Schiff liegen auch hier die Preisverhältnisse sehr ungünstig. Gegen Kohle fährt es um ca. 30000 M. teurer, was selten durch seine Mehrladefähigkeit kompensiert werden dürfte.

Das Motorschiff trifft in den südamerikanischen Häfen einen sehr hohen Brennstoffpreis an. Da der Unterschied der Brennstoffkosten aber nur rund 3000 M. beträgt, so wird es zweckmässig in den beiden Endhäfen bunkern. Gegenüber dem Dampfkohlenschiff fährt es in Bezug auf die Brennstoffkosten zwar um ca. 4500 M. teurer; dafür stehen ihm aber auf der Ausreise 873 t und auf der Heimreise 366 t mehr zur Beladung zur Verfügung, wovon gerade die letzteren oft schwer ins Gewicht fallen.

Neben dem Motorschiff hat sich auf dieser Route das Motorfahrgastschiff gestellt. Die Hamburg—Südamerikanische Dampfschiffahrtsgesellschaft hat eine ganze Reihe dieser Schiffe auf dieser Linie in Dienst. Die Auswanderer nach Südamerika sind fast nur Reisende der dritten Klasse. Diese bringen keine so hohen Fahrgastquoten wie die der anderen Klassen. Es liegt daher für die Reederei ein Gewinn darin, Motorfahrgastschiffe fahren zu lassen statt Dampfschiffe, da diese Schiffe bei demselben Deplazement bedeutend mehr Fahrgäste aufnehmen können.

Die Vibration, die die Einstellung von Motorfahrgastschiffen auf der nordatlantischen Route behindert, wird auf dieser Strecke im allgemeinen nicht so störend empfunden,

da das reisende Publikum auf der Südamerikafahrt in dieser Beziehung geringere Ansprüche auf Reisebequemlichkeiten erhebt.

Die Berechnungen zu dieser Strecke führten zu folgendem Ergebnis:

Fahrtstunden	Verbrauch an Brennstoff in Tonnen bei		
	Kohlefeuerung	Oelfeuerung	Motorschiff
505	507	341	141
	Brennstoffkosten bei Zugrundelegung des vorher genannten Preises in RM.		
Hamburg . .	11407,50	25334,00	11985,00
Rio de Janeiro	28645,50	27075,40	15369,00

Berechnung von Brennstoff-Kosten			Gewicht	
Bei Kohlefeuerung:	Ausreise	11407,50	Ausreise	1014 t
	Heimreise	11407,50	Heimreise	507 t
		22815,00		1521 t
Bei Oelfeuerung:	Ausreise	25334,00	Ausreise	341 t
	Heimreise	27075,40	Heimreise	341 t
		52409,40		682 t
Beim Motorschiff:	Ausreise	11985,00	Ausreise	141 t
	Heimreise	15369,00	Heimreise	141 t
		27354,00		282 t

Gegenüberstellung auf einer Rundreise von Brennstoff-

Art	Kosten	Gewicht
Oelfeuerung zu Kohlefeuerung . .	+ 29594,40	— 839 t
Motorschiff zu Kohlefeuerung . .	+ 4539,00	— 1239 t
Motorschiff zu Oelfeuerung . . .	— 25055,40	— 400 t

D. Amerikanische Küstenfahrt.

Die auf dieser Strecke, der amerikanischen Küstenfahrt, zur Verladung kommenden Güter verteilen sich ungefähr gleichmässig auf beide Fahrtrichtungen. Die Brennstoffpreise liegen in dem südamerikanischen Hafen durchweg doppelt so hoch als in dem nordamerikanischen. Es bleibt daher stets dem Einzelfall überlassen, ob die Schiffe von New York aus den Brennstoff für die ganze Rundreise mitnehmen, dafür aber eine gewisse Einbusse

an Ladungsvermögen mit in Kauf nehmen oder ob sie den Laderaum bis zur letzten Tonne ausnützen, dafür aber höhere Brennstoffkosten in Kauf nehmen wollen.

Die Berechnung ist in der Weise durchgeführt, dass das Kohle- und Oelfeuerungsschiff in New York ihren Brennstoff einnehmen. Das Motorschiff kann dagegen in beiden Endhäfen bunkern, obwohl dies eine Mehrausgabe von rund 6000 M. bedeutet. Es fährt dann aber immer noch billiger als das Kohleschiff und hat eine Mehrladefähigkeit von rund 1000 t.

Auf dieser Linie haben sich bisher alle drei Schiffsarten bewährt. Die Gunst des relativ billigen Oelpreises gestattet, dass sogar das teure Oelfeuerungsschiff nur mit geringem Kostenunterschied gegen das Kohleschiff fährt, der seinen Ausgleich in der Mehrladefähigkeit und den anderen Vorteilen der Oelfeuerung findet. Es ist daher schwer zu sagen, welcher Schiffstypus sich auf dieser Linie im Laufe der Zeit durchsetzen wird. Im Frachtgutverkehr wird das ölgefeuerte Schiff wohl allmählich zu Gunsten des Motorschiffes zurücktreten. Die Vorteile des Motorschiffes bewegen sich aber gegenüber dem Oelfeuerungsschiff in so engen Grenzen, dass dieses Ueberwiegen des Motorschiffes erst auf lange Sicht zu erwarten ist.

Ebenso wird das Kohleschiff seinen Platz in dieser Fahrt behalten, besonders, wenn es im Trampverkehr eingestellt wird.

Die folgenden Berechnungen zeigen dies:

Fahrtstunden	Verbrauch an Brennstoff in Tonnen bei		
	Kohlefeuerung	Oelfeuerung	Motorschiff
410	412	277	115
	Brennstoffkosten bei Zugrundelegung des vorher genannten Preises in RM.		
New York . .	9970,40	12160,30	6681,50
Rio de Janeiro	23278,00	21993,80	12535,00

Berechnung von Brennstoff-Kosten			Gewicht	
Bei Kohlefeuerung:	Ausreise	9970,40	Ausreise	824 t
	Heimreise	9970,40	Heimreise	412 t
		19940,80		1236 t
Bei Oelfeuerung:	Ausreise	12160,30	Ausreise	554 t
	Heimreise	12160 30	Heimreise	277 t
		24320,60		831 t
Beim Motorschiff:	Ausreise	6681,50	Ausreise	115 t
	Heimreise	12535,00	Heimreise	115 t
		19216,50		230 t

Gegenüberstellung auf einer Rundreise von Brennstoff-

Art	Kosten	Gewicht
Oelfeuerung zu Kohlefeuerung . .	+ 4379,80	— 405 t
Motorschiff zu Kohlefeuerung . .	— 724,30	— 1006 t
Motorschiff zu Oelfeuerung . . .	— 5104,10	— 601 t

E. Pazifische Fahrt.

Aehnlich wie auf der amerikanischen Küstenfahrt liegen auch auf dieser Fahrt für beide Richtungen ungefähr gleichmässige Ladegutmengen zur Verladung vor. Daher wird der Reeder im allgemeinen nur den Brennstoff für eine Fahrt aufnehmen lassen, damit ihm bei dieser weiten Strecke nicht zuviel an Laderaum durch den Brennstoff weggenommen wird.

Die Brennstoffpreise liegen aber im Vergleich mit den New-Yorker Preisen so bedeutend höher, dass es manchmal fraglich erscheint, ob der Gewinn an Laderaum die Mehrausgabe für den Brennstoff decken wird. Um nun sowohl eine möglichst grosse Verfügung über den Laderaum zu haben, andererseits aber auch die Brennstoffkosten nicht unnötig hoch steigen zu lassen, bunkern die Schiffe in einem Zwischenhafen, in New Orleans. Dieser Hafen, der nicht besonders weitab von der direkten Route New York — Colon — Hongkong liegt, stellt Brennstoff zu sehr günstigen Bedingungen zur Verfügung, da er in Nähe der mexikanischen Oelfelder liegt. Daher ist in der

folgenden Berechnung auch New Orleans als Bunkerhafen eingesetzt.

Auf dieser Route beginnt, ähnlich wie auf der Ostasienfahrt, das Motorschiff immer mehr an der fahrenden Tonnage teilzunehmen. Sie hat eine für Motorschiffe günstige Entfernung. Ihre zwei Endpunkte sind zwei leistungsfähige Häfen, die eine Wegladung des Schiffes im Allgemeinen ermöglichen. Das Motorschiff fährt sowohl, was die Brennstoffkosten anbetrifft, bedeutend billiger als das Kohle- und Oelfeuerungsschiff; ferner steht ihm eine grössere Ladefähigkeit zur Verfügung, da sein Brennstoffgewicht nicht einen derartigen grossen Anteil an der Bruttotragfähigkeit hat wie beim Kohleschiff.

Wenn auch der Verkehr auf dieser Linie sich noch in ziemlich kleinen Ausmassen bewegt, so hat doch das Motorschiff auf dieser Strecke die grösste Aussicht, die führende Schiffsart zu werden.

Die Berechnung für diese Strecke führte zu folgendem Ergebnis:

Fahrtstunden	Verbrauch an Brennstoffen in Tonnen bei		
	Kohlefeuerung	Oelfeuerung	Motorschiffen
1100	1105	743	308
	Brennstoffkosten bei Zugrundelegung des vorher genannten Preises in RM.		
New York	26741,00	43168,30	17894,80
Hongkong	41769,00	55576,40	25009,60
New Orleans	25636,00	38836,00	16016,00

Berechnung von Brennstoff-Kosten			Gewicht	
Bei Kohlefeuerung:	Ausreise	25636,00	Ausreise	1105 t
	Heimreise	25636,00	Heimreise	1105 t
		51272,00		2210 t
Bei Oelfeuerung:	Ausreise	38836,00	Ausreise	743 t
	Heimreise	38836,00	Heimreise	743 t
		77672,00		1486 t
Beim Motorschiff:	Ausreise	16016,00	Ausreise	308 t
	Heimreise	16016,00	Heimreise	308 t
		32032,00		616 t

Gegenüberstellung auf einer Rundreise von Brennstoff-

Art	Kosten	Gewicht
Oelfeuerung zu Kohlefeuerung . .	+ 26400,00	— 724 t
Motorschiff zu Kohlefeuerung . .	— 19240,00	— 1594 t
Motorschiff zu Oelfeuerung . . .	— 45640,00	— 870 t

F. Australische Fahrt.

Diese Route, die Europa — Australienfahrt, ähnelt ebenfalls sehr der Route B. Im allgemeinen wird auf ihr, wenn die direkte Fahrt genommen wird, für die Ausreise Massgut und für die Heimreise Gewichtsgut zur Verladung kommen.

Das Kohleschiff wird auf dieser Linie allmählich durch das Motorschiff ersetzt. Sein Brennstoffgewicht nimmt zuviel an Ladefähigkeit weg. Daher war es für kohlebrennende Dampfer notwendig, dass sie, wenn sie diesen Verlust an Ladefähigkeit verringern wollten, unterwegs öfters bunkerten. Einem dabei eventuell eintretenden Gewinn an Laderaum trat entgegen der Zeitverlust durch die Kohlenübernahme. Dieser Fall kann natürlich bei der Berechnung nicht einbezogen werden.

Auch stellen sich die Brennstoffkosten für das Kohleschiff auf eine derartige Höhe, dass es für die Reeder zweckmässiger ist, Motorschiffe an ihre Stelle einzustellen, die grössere Einnahmen versprechen.

Das Kohleschiff trifft auf beiden Endhäfen sehr ungleiche Preise an. Sie sind für seinen Verbrauch in Sidney um rund 22000 M. höher als in Europa. Trotzdem wird das Kohleschiff kaum von Europa aus schon Kohlen für die Heimreise mitnehmen, da dies eine Verringerung der Ladefähigkeit bei der Ausreise um weitere 1081 t bedeutet.

Das Motorschiff dagegen trifft auf dieser Linie Oelpreise an, die seine Rentabilität nicht verringern. Neben einem erheblichen Brennstoffkostengewinn hat es ausserdem noch eine grössere Ladefähigkeit.

Es zeigt sich also auch hier wieder, wie das Motorschiff auf langer Fahrt erst zur vollen Ausnutzung und Auswirkung seiner Vorteile kommt. Diese Strecke, wie auch die ostasiatische und pazifische Strecke geben dem auf Seite 65 ff. aus der Tabelle Nr. VIII gezogenen Schluss volles Recht.

Das ölgefeuerte Schiff fährt auf dieser Route mit solch hohen Brennstoffkosten, dass der Mehrgewinn von insgesamt 710 t Ladefähigkeit keinen Ausgleich bringen kann. Nur Spezialschiffe, wie die Kühlschiffe für australisches Gefrierfleisch, haben stellenweise Oelfeuerung. Diese ist aber so gebaut, dass das Schiff auch statt Oel Kohle verbrennen kann.

Die Berechnung ergab folgendes:

Fahrtstunden	Verbrauch an Brennstoff in Tonnen bei		
	Kohlefeuerung	Oelfeuerung	Motorschiff
1076	1081	726	301
	Brennstoffkosten bei Zugrundelegung des vorher genannten Preises in RM.		
Hamburg . .	24322,50	53724,00	25585,00
Sydney . . .	47156,60	61650,00	25585,00

Berechnungen von Brennstoff-Kosten			Gewicht	
Bei Kohlefeuerung:	Ausreise	24322,50	Ausreise	1081 t
	Heimreise	47156,60	Heimreise	1081 t
		71479,10		2162 t
Bei Oelfeuerung:	Ausreise	53724,00	Ausreise	726 t
	Heimreise	61650,00	Heimreise	726 t
		115174,00		1452 t
Beim Motorschiff:	Ausreise	25585,00	Ausreise	301 t
	Heimreise	25585,00	Heimreise	301 t
		51170,00		602 t

Gegenüberstellung auf einer Rundreise von Brennstoff-Art	Kosten	Gewicht
Oelfeuerung zu Kohlefeuerung . .	+43694,90	— 710 t
Motorschiff zu Kohlefeuerung . .	—20309,10	— 1560 t
Motorschiff zu Oelfeuerung . . .	—64004,00	— 850 t

Der Vergleich der einzelnen Feuerungsarten auf diesen sechs wichtigsten Strecken des Weltverkehrs hat gezeigt, wie schwankend die Entscheidung für die eine oder die andere Schiffsart ist. Nur bei den ganz grossen Strecken trat hervor, dass wohl nach und nach das Motorschiff überwiegen wird. Auf den anderen Strecken war die mögliche Ersparnis an Brennstoffkosten und die höhere Ladefähigkeit nicht so erheblich, als dass damit eine unbedingte grössere Wirtschaftlichkeit des Motorschiffes gegenüber den anderen Schiffstypen gegeben wäre. Der häufige Hafenaufenthalt im Laufe eines Jahres im Vergleich zu der im Jahre durchfahrenen Strecke, die Unsicherheit, stets voll weggeladen fahren zu können, haben auf den kleineren Weltwegen das Motorschiff noch nicht zur rechten Geltung kommen lassen. Es ist auch für die Zukunft nicht anzunehmen, dass das Motorschiff auf solchen Linien die überwiegende Tonnenanzahl der verkehrenden Schiffe auf sich vereinigen wird. Zwar trifft man es auch auf solchen Strecken an; aber nach Angaben der Reeder ist letzten Endes seine Wirtschaftlichkeit selten eine grössere als die des Dampfschiffes.

Eine allgemeine Entscheidung darüber, dass diese Strecke dem Motorschiff und jene dem Dampfschiff zuzuweisen ist, lässt sich natürlich nicht wegen der schon früher betonten, in Wahrheit viel komplizierteren Verhältnisse fällen. Es kann nur soviel gesagt werden, dass vom Standpunkt der Brennstoffkosten und des Anteils des Brennstoffgewichtes an der Bruttotragfähigkeit aus das Motorschiff sich nach und nach auf den grossen Weltstrecken den ersten Platz in der Schiffsart erobern wird, während auf kleineren Linien — ungefähr bis 6000 sm — das Dampfschiff die Führung beibehalten wird.

Unter Berücksichtigung heutiger Verhältnisse auf dem Oel- und Kohlemarkt — soweit diese für die Schiffahrt in Frage kommen — haben Motorschiffe in einem Teil der Weltschiffahrt eine vollgültige wirtschaftliche Berechtigung.

In anderen Fahrten sind sie dagegen gezwungen, einen recht hohen Preis zu zahlen. Auf diesen Strecken ist das Preisverhältnis für die Entwicklung der Motorschiffahrt ein ungünstiges und hinderliches.

Die endgültige Entscheidung für den Reeder, ob er auf der Route ein Dampfschiff oder ein Motorschiff in Dienst stellen soll, liegt in der Beantwortung der Frage, ob auf der betreffenden Linie die Verhältnisse für die Eigenart des Motorschiffes oder des Dampfschiffes günstiger liegen. Falsch wäre die alleinige Frage, ob das Motorschiff als solches wirtschaftlicher ist im Betriebe als ein Dampfschiff.

III. Kapitel.

Entferntere Wirkungen.

In dem bisherigen sind nur solche Gebiete besprochen worden, die mit der Schiffahrt als solcher in engerem Zusammenhange stehen.

Die folgenden Kapitel berühren die weiteren Auswirkungen dieser Umstellung in der Welthandelsflotte, soweit sie ausserhalb der eigentlichen Schiffahrt liegen.

1. Verschiebungen im Transitverkehr durch Indienststellung von Motorschiffen.

Die besondere Geeignetheit der Motorschiffe für grosse Fahrtstrecken beginnen sich nach und nach besonders die Länder zu Nutze zu machen, die ihre Güter bisher auf dem Wege des Transitverkehrs über landfremde Häfen erhielten. Besonders bei den skandinavischen Ländern lässt sich eine dahingehende Tendenz bemerken. Diese Länder haben in den letzten Jahren eine verhältnismässig grosse Motorschiffsflotte ausgebildet, (Siehe Tabelle II) obwohl sie in der Oelversorgung vollständig vom Ausland abhängig sind.

Diese Tatsache ist aber nicht nur für die Motorschiffahrt als solche von Bedeutung. In ihr liegen auch Momente von grosser volkswirtschaftlicher Tragweite, die besonders die deutschen Interessen berühren. Gerade Hamburg hatte in dem Transithandel nach und von den skandinavischen Staaten einen der zukunfts- und erfolgreichsten Zweige seines Wohlstandes. Schon vor dem Kriege wurden in diesen Staaten Stimmen laut, die eine direkte Ein- und Ausfuhr unter eigener Flagge forderten. Die wesentliche Grundlage zu einem solchen Eigenverkehr war damals aber noch nicht gegeben. Die Höhe des Austauschbedürfnisses hatte noch nicht den Umfang erreicht, der die Unterhaltung eines nationalen Verkehrs mit den wichtigsten Ländern hätte wirtschaftlich erscheinen lassen. Produktion wie Bedarf bewegten sich noch in so engen Grenzen, dass die Möglichkeit eines Ueberganges vom Transitempfang zum Eigenverkehr nicht gegeben war. Wesentlich für die Loslösung von fremdstaatlicher Transitschiffahrt ist ferner, dass dem Import ein entsprechender Export gegenübersteht und umgekehrt. Ist dies nicht der Fall, so ist die Schiffahrt nur in einer Richtung mit Eigenfrachten versehen. Für die andere Richtung muss sie sich dann auf fremdes Frachtgut verlassen. Sie wird dann meist nicht in der Lage sein, dem nationalen Handel den erwarteten Dienst zu leisten und nach anderen Strecken abwandern.

Die Tatsache der Vergrösserung der skandinavischen Handelsflotten lässt daher die Frage auftauchen, ob die Ein- und Ausfuhr dieser Länder in den letzten Jahren einen so erheblichen Aufschwung genommen hat, dass sie einer eigenen Schiffahrt genügende Verdienste verschaffen könnte. Wenn ja, welche wirtschaftlichen Vorteile liegen für diese Länder in der Aufnahme des direkten Handels mit den zu ihnen in Handelsbeziehungen stehenden Ländern?

Die erste Frage beantwortet die allgemeine Aussenhandelsstatistik dieser Länder:

	Jahr	Gesamteinfuhr (Werte in Millionen Kronen)	Gesamtausfuhr (Werte in Millionen Kronen)
Dänemark:	1913 [1]	777,4	637,4
	1920 [1]	2942,3	1591,1
	1921 [1]	1533,9	1383,4
	1922 [2]	1365,0	1127,9
	1923 [2]	1565,5	1299,0
	1924 [2]	1654,9	1508,3
	1925 [3]	1860,3	1745,8
Norwegen:	1913 [1]	552,3	392,6
	1920 [1]	3020,9	1241,8
	1921 [4]	1463,5	638,9
	1922 [2]	964,4	578,0
	1923 [2]	940,0	581,6
	1924 [2]	905,0	622,3
	1925 [3]	1052,1	786,3
Schweden:	1913 [1]	846,5	817,3
	1920 [1]	3314,1	2278,3
	1921 [1]	1266,2	1097,3
	1922 [2]	1224,5	1267,9
	1923 [2]	1443,5	1273,4
	1924 [2]	1560,0	1403,0
	1925 [3]	1631,0	1533,4

1) Aus Statistisches Jahrbuch des Deutschen Reiches 1921/22. — 2) dto. 1924/25. — 3) dto. 1926. — 4) dto. 1923.

Es zeigt sich also in allen Ländern eine erhebliche Steigerung des Aussenhandels. Hand in Hand geht mit dieser Steigerung die Vergrösserung der Handelsflotte, wie Tabelle Nr. II darlegt.

Diese Steigerung des Aussenhandels rechtfertigt vollständig die Ablösung des Transitverkehrs durch eine nationale Handelsflotte, die mit den fremden Ländern direkte Verbindungen unterhält. In diesen Handelsflotten nimmt das Motorschiff eine hervorragende Stellung ein. Nicht nur, weil es beim Aufbau einer jungen Flotte leicht war, den modernsten Schiffstyp anzuwenden, sondern auch, weil der grosse Aktionsradius diese Schiffe für den direkten Verkehr mit den entferntesten Ländern geeignet macht. Ausserdem liegt für diese Länder in der Einstellung von

Motorschiffen noch ein weiterer Vorteil. Zur Versorgung ihrer Flotte mit Brennstoff müssen diese Länder sowohl Kohle wie Oel einführen. Dabei darf nicht verkannt werden, dass Versorgungsschwierigkeiten bei Kohle und im Zusammenhange damit abnorm hohe Preise in mehr oder minder regelmässigen Zwischenräumen auftreten, die Oelversorgung dagegen bisher noch nicht unter solchen Schwierigkeiten gelitten hat. Ferner ist es, vom Standpunkt der Devisenersparnis aus gesehen, vorteilhafter, Motorschiffe statt Kohlenschiffe in Dienst zu stellen. Wegen der grösseren Tragfähigkeit des Motorschiffes benötigt das Land für seinen Bedarf an Laderaum eine geringere Anzahl von Schiffen dieser Art als bei Einstellung von Dampfschiffen. Es wird sich also einerseits die Menge der von der Flotte verbrauchten Bunkerkohle senken, andererseits wird der Bedarf an Bunkeröl nicht in einem entsprechenden Masse zunehmen. Leider lassen sich hierüber keine genauen Zahlen angeben, da die Statistiken nicht in solche Brennstoffe trennen, die die Flotte aufnahm, und die, die andere Verwendung fanden. Zudem wird ein grosser Teil der Brennstoffe im Auslande gebunkert und daher nicht in die Statistik aufgenommen. Ein etwaiger Schluss lässt sich vielleicht aus der Einfuhrziffer von Kohle nach diesen Ländern ziehen. Die Einfuhr von Kohle für 1925 zeigt für Norwegen und Schweden eine Senkung von 15%, für Dänemark von bald 50% gegenüber 1913. Natürlich darf man dieses Fallen nicht der Motorschiffahrt allein zuschreiben. Einmal drückt sich darin die Arbeitslosigkeit vieler kohleverbrauchender Betriebe aus; ferner verwenden viele Landbetriebe bei ihrer Maschinenanlage Oelmotore als Antrieb statt Kohlendampfanlagen. Schliesslich ist zu berücksichtigen, dass gerade in Norwegen und Schweden die Ausnützung der weissen Kohle, der Wasserkräfte, sehr zugenommen hat. Zweifellos hat aber die Umstellung in den Handelsflotten einen erheblichen Anteil an dem Sinken der Kohleneinfuhr.

Die zweite Frage geht dahin: Worin liegen die Vorteile für ein Land, das durch Heranbildung einer eigenen Handelsflotte sich von dem Transitverkehr über fremde Häfen freimacht?

Es mag scheinen, dass ihre Beantwortung aus dem Rahmen dieser Arbeit herausfällt. Da es aber eine augenfällige Erscheinung ist, dass gerade diese Länder, die immer mehr einen eigenen Handelsverkehr mit den Ursprungsländer einrichten, ihre Flotte in steigendem Masse mit motorischem Antrieb versehen, so ist eine Stellungnahme zu dieser Frage auch an dieser Stelle berechtigt.

Der nächstliegende Vorteil ist die Vermeidung des Zeitverlustes, der in der Differenz zwischen dem bisher üblichen und dem jetzt möglichen direkten Wege liegt. Infolge schnellerer Bezugsmöglichkeit erhält der einführende Kaufmann seine Waren jetzt früher, kann sie daher schneller umsetzen. Infolge schnelleren Umsatzes seines Kapitals in flüssiges Geld kann er sie eventuell billiger auf den Markt bringen. Auch der ausführende Kaufmann wird seine Waren verbilligen, beziehungsweise billiger beziehen müssen, wenn er nicht eine beherrschende Sonderstellung einnimmt.

Der Fortfall des bisherigen Zeitverlustes kann niedrigere Frachtsätze ermöglichen. Die Ware braucht nur noch kürzere Zeit unterwegs zu sein. Dies bedeutet für den Import billigere Ware, für den Export bessere Verdienstmöglichkeiten. Schneller greifbare Ware wird im allgemeinen rascher und oft zu günstigeren Preisen Absatz finden als solche, deren Lieferung erst in späterer Zeit erfolgen kann.

Der Fortfall der Umladung mit allen seinen Kosten an Arbeitslöhnen, Kaigeld, Hafengebühren, Versicherung u. ä. m., mit seinem Zeitverlust, entstanden durch das kürzere oder längere Warten auf die nächste Verschiffungsgelegenheit, bedeutet eine weitere Verbilligung der Ein- und Ausfuhr. Dies macht sich gegenüber der Konkurrenz besonders bei der Ausfuhr fühlbar.

Der direkte Verkehr gibt der nationalen Schiffahrt einen grösseren Verdienst. Bei Bezug auf dem Wege des Transitverkehrs erhält die einheimische Schiffahrt höchstens die Fracht für die erste oder letzte Strecke, während der grösste Rest der Fracht fremden Linien zufällt.

Ueberdies alles wird auch der Handel in grossem Masse begünstigt. Neben den anfangs schon betonten Vorteilen bedeutet der direkte Verkehr in vielen Fällen einen Ausfall des Vermittlers, meistens eines ausländischen. Dieser beanspruchte beim Transitverkehr seinen Handelsgewinn. Abgesehen von einer Verteuerung der Ware war es dem einheimischen Kaufmann selten möglich, Konjunkturen auszunutzen; deren günstige Ergebnisse gingen meistens dem Lande verloren und kamen den Transithändlern zugute.

Auch die Politik spielt hier hinein. Gerade der Handel, der international ist, betont das nationale Moment. Nationaler Stolz empfindet die Abhängigkeit vom Auslande als eine Last und als einen Druck von unangenehmer Schwere. Ein Grund, der zur Zeit auch Japan, Spanien, die Vereinigten Staaten von Nordamerika, besonders aber Italien zu einer hochgespannten Subventionspolitik ihrer Schiffahrt treibt. Diese Abhängigkeit wird noch verstärkt, wenn zwischen den beteiligten Ländern starke politische Spannungen existieren.

Die Unabhängigkeitsbestrebungen in dieser Richtung haben auch volkswirtschaftliche Bedeutung. Die skandinavischen Länder, die vor dem Weltkriege zum grössten Teil Deutschland für ihre Güter als Durchgangsland benutzten, waren durch die Blockadepolitik gegen ihr Durchfuhrland in eine sehr üble Lage geraten, worunter ihr Aussenhandel in starkem Masse litt.

Der direkte Verkehr befreit die Heimat von kriegerischen Verwicklungen der Transitländer und unterstützt das eigene Land im Wettbewerb auf dem Weltmarkt. Das Durchfuhrland kann die Industrien des empfangenden beziehungsweise des abgebenden Landes beeinflussen, je nachdem, wie seine eigene Industrie und der damit ver-

bundene Handel dem Auslande als Konkurrent entgegentritt. Ferner wird bei allgemeinem Knappwerden einer Ware ein fremdes Transitland zunächst an sich selbst denken, ehe es diese Ware in die von seinem Verkehr abhängigen Länder weiter leitet.

In demselben Masse, wie das bisher abhängige Land Vorteile aus dem direkten Verkehr geniesst, liegen für das bisherige Transitland Nachteile vor.

Es ist unmöglich, genauere Zahlen zu nennen, welche Werte oder Mengen etwa die skandinavischen Länder von Deutschland im Transitverkehr empfangen und nach Deutschland abgegeben haben. Hier versagt die Statistik, die nicht in Güter des direkten und des Transitverkehrs trennt. Da ausserdem die meisten Transitgüter in den Freihafengebieten umgeladen werden, entgehen sie ganz der Statistik, die diese Waren ausser Acht lässt. Ebenso sind die beteiligten Transithändler sehr wenig dazu geneigt, ihre Umsätze der Oeffentlichkeit bekannt zu geben. Auf jeden Fall ist es aber eine notorische Tatsache, dass der Verkehr von Hamburg zum Beispiel mit den skandinavischen Ländern erheblich nachgelassen hat. Einen gewissen Rückschluss gestattet der Vergleich der 1913 und in späteren Jahren in und von den deutschen Häfen von und nach den skandinavischen Häfen angekommenen und abgegangenen Schiffe.

Es ergibt sich im Verhältnis zu Schweden ein erhebliches Sinken des Schiffsverkehrs, sowohl in einkommender wie in abgehender Richtung[1]).

Jahr	Von Schweden angekommene Schiffe	Nach Schweden abgegangene Schiffe
1913	8541	7192
1923	3668	4319
1924	3290	3728

Nicht nur die allgemeine weltwirtschaftliche Lage, sondern auch die Zunahme der schwedischen nationalen Schiffahrt hat bei diesen Zahlen mitgewirkt.

1) Stat. Jahrbuch für d. Deutsche Reich, 1926, Seite 120.

2. Verringerung des Kohlenbedarfes der Welthandelsflotte.

England gab vor dem Kriege jährlich ca. 20000000 Tonnen Bunkerkohle an die Ueberseedampfer ab. Ausserdem gingen nach den überseeischen Bunkerstationen viele Millionen Tonnen, die zum grössten Teil von englischen Schiffen befördert wurden.

Das Motorschiff und die Einführung der Oelfeuerung für die transatlantischen Fahrgastdampfer, die einen erheblichen Teil der englischen Flotte ausmachen, machen nicht nur die Abgabe von Kohlen überhaupt, sondern auch die Transportleitung als solche überflüssig. „Einen Begriff von der Bedeutung dieses Wechsels erhält man, wenn man sich vorstellt, dass der Kohleverbrauch für die schon im Dienst stehenden Schiffe, die flüssige Brennstoffe verbrennen, etwa 25000000 Tonnen im Jahre betragen würde, oder etwa 9% der englischen Kohleförderung von 1920[1])".

Wenn der Uebergang zu den flüssigen Brennstoffen in gleichem Masse zunimmt, so entsteht für England eine sehr ernste Situation. Kohle ist neben Eisen der wichtigste Hauptpfeiler des englischen Wohlstandes. Sie kommt allein in ganzen Schiffsladungen zum Export. Mit ihr konnten die Reeder, denen bei der Ausreise nicht genügend andere Ladung zur Verfügung stand, ihre Schiffe wegladen, indem sie für die Ausreise Kohlentransporte zu den überseeischen Bunkerstationen übernahmen. Dies beginnt bei wachsender Verbreitung der Verwendung von flüssigen Brennstoffen wegzufallen. Gleichzeitig bedeutet dies eine Verkleinerung des wichtigsten englischen Ausfuhrgeschäftes; denn Kohle war das bedeutendste Ausfuhrgut. Mit Hilfe der Kohlenausfuhr konnte England seine Handelsbilanz trotz der immensen Einfuhr von Rohstoffen und Lebensmitteln aufrechterhalten.

Die Schwere dieses Problems wird von englischer Seite immer mehr erkannt. Ihm sind schon die

1) Lloyds Register 1921 Seite 88.

ernstesten Betrachtungen in Ministerien und Presse zugewandt worden.

Leider ist es noch nicht möglich, feste Zahlen für diese Umwälzung anzugeben. Wenn man aber bedenkt, dass in den letzten vier Jahren sich die Tonnage der kohlefeuernden Schiffe um rund 9 Millionen BRT vermindert hat — ohne Berücksichtigung der aufgelegten Tonnage —, die Tonnage der ölfeuernden und durch Motore angetriebenen Schiffe sich dagegen um rund 5 Millionen BRT vergrössert hat, so zeigen schon diese Zahlen, wie stark England betroffen ist und bei ähnlicher Weiterentwicklung der ölverbrauchenden Schiffahrt noch werden wird. Zu dem Verluste aus der geringeren Kohleausfuhr kommt die Notwendigkeit der Oeleinfuhr aus dem Auslande, also eine weitere Erschwerung in der Balanzierung des Warenhandels. Unter diesem Gesichtspunkte gesehen, ist das Ringen Englands um den Besitz von Oelfeldern in Persien, Mesopotamien und anderen Ländern mit Erdöllagerstätten wohl zu verstehen.

3. Einfluss auf die Fischerei.

Die Verwendung des Oeles als Brennstoff in den Handels- und Kriegsmarinen hat zu einer immer mehr um sich greifenden Verschmutzung der Häfen des Weltverkehrs und der nahegelegenen Meeresküsten und Meeresstrecken geführt. Besonders in Meeresbuchten mit flachem Wasser, den Hauptrevieren der Fischerei und der Wasserjagd, setzt sich allmählich eine Oelschicht auf dem Wasser an. Hierdurch ist die Luftzufuhr in das Wasser abgesperrt, was das organische Leben im Wasser erschwert, teilweise unmöglich macht. Die Meldungen von einem Massensterben von Fischen, Austern usw., das auf die schwimmenden Oelreste zurückgeführt wird, nehmen in erschreckendem Masse zu.

Nicht nur das organische Leben unter Wasser leidet unter dieser Erscheinung, sondern auch die über und auf

dem Wasser lebenden Tiere. Oelreste, die zusammengeballt auf der Meeresoberfläche treiben, gefährden beträchtlich die Seevögel. Tieren, die sich auf soldhen Stellen auf das Wasser absetzen, verschmieren und verkleben die Federn. Dadurch werden sie am Fliegen verhindert und treiben hilflos auf dem Meere herum. Viele Schiffe melden, dass sie ganze Schwärme derartig hilfslos gewordener Seevögel angetroffen haben.

Durch entsprechende Gesetzesvorschriften und Hafenbestimmungen beginnt man, gegen diese Gefährdung des Tierlebens im und auf dem Meere anzugehen. Im Jahre 1925 beriefen die Vereinigten Staaten von Nordamerika eine Konferenz nach Washington ein, zu der alle bedeutenden schiffahrttreibenden Länder geladen und erschienen waren. Ihr Beschluss, dass Oelreste und ölhaltiges Bilgewasser überhaupt nur in dafür bestimmte Prähme abgegeben werden soll, kam durch den Einspruch Deutschlands nicht zur Durchführung. Deutschland begründete sein Vorgehen damit, dass die Befolgung dieses Beschlusses mit grossen Behinderungen für die Schiffahrt verbunden sei; dass ferner die dadurch entstehenden Unkosten bei weitem nicht durch den immerhin fraglich bleibenden Gewinn in der Fischerei und verwandten Gebieten ausgeglichen wurden. Im Interesse der weiten Bevölkerungskreise, die in der Fischerei und Wasserjagd ihr kärgliches Brot finden, ist dieses Vorgehen Deutschlands, das den guten Vorschlag der Washingtoner Konferenz zu Fall brachte, sehr zu bedauern. Die meisten Staaten helfen sich heute dadurch, dass sie verbieten, in Häfen und in einer bestimmten Nähe der Küsten Oelreste und mit Oel durchsetztes Bilgewasser auszupumpen. Ausserdem beginnt auch die Technik diese Gefährdung zu verhindern. Sie geht dabei von dem Gesichtspunkte aus, die noch nutzbaren Fettstoffe wieder zu gewinnen. Heute wird das Bilgewasser allgemein in besondere Prähme von Bord gegeben. Diese pumpen dieses Wasser an Land über Koks; dabei setzt sich das in dem Wasser befindliche

Oel an dem Koks fest, wodurch dieser einen etwas höheren Heizwert erhält. Eine direkte Wiedergewinnung des verwässerten Oeles aus dem Bilgewasser durch Separatoren oder ähnliche Anlagen hat sich bisher noch nicht als rentabel erwiesen, selbst nicht in Häfen mit grösstem Motorschiffsverkehr.

IV. Kapitel.

Die Versorgung der Oelschiffahrt mit Brenstoffen.

Die Entwicklung der Oelschiffahrt steht, wie früher betont, mit der Gestaltung des Brennstoffpreises in engstem Zusammenhange.

Der Preis des Oeles wird in grossem Masse von den Oelgesellschaften und Oelgruppen beeinflusst.

Der Anteil der bedeutendsten Konzerne an der Weltrohölproduktion betrug 1924[1]):

Standard Oil Company (Gesamtgruppe)	30 000 000 t	= 23,6%
Royal Dutch Shell	16 000 000 t	= 12,8 „
Anglo-Persian	3 700 000 t	= 2,6 „
Dohemy Gruppe	5 000 000 t	= 4,0 „
Sinclair Oil Company	2 000 000 t	= 1,6 „
Burmah Oil Company	1 500 000 t	= 1,2 „

Zwar beherrschen diese Oelgruppen und Oelgesellschaften nicht in der Stärke, wie es allgemein vom Publikum angenommen wird, den Markt. Aber ihre Politik und ihr Streben nach vorteilhaftesten Preisen machen sich doch in erheblichem Masse geltend.

Sehr interessant hierzu ist die Aeusserung eines Direktors der Shell Company, London, über die Faktoren, die die Konjunktur auf dem Oelmarkt beeinflussen[2]).

1) Kröger-Porchardt, Die Erdölwirtschaft d. Welt, Stuttgart 1926, Seite 77.

2) zitiert ebenda Seite 76.

„Die Oelpreise werden nicht von den Oelkonzernen diktiert, sondern sind, genau wie es bei andern Branchen der Fall ist, von Angebot und Nachfrage abhängig.

$$\text{Oelpreis} = \frac{\text{Grösse der Kaufkraft}}{\text{Grösse der Vorräte.}}$$

Die häufigsten und extremen Schwankungen im Oelgeschäft hängen von folgenden drei Hauptfaktoren ab:

1. den psychologischen (Optimismus, Depression der Interessentenkreise, Konkurrenzinstinkte, Gewohnheiten, Irrungen desselben).
2. den natürlichen (Bohrerfolge, Erfindungen, Ernteaussichten, Naturereignisse).
3. den politischen (Regierungsmassnahmen, Streiks, Revolutionen, Kriege, Stand der Valuta)."

Wenn auch diese Meinung, da sie von interessierter Seite abgegeben ist, an sich nur mit Vorsicht aufzunehmen ist, so geben ihr doch die Preisverhältnisse der letzten Zeit recht.

Will man aus den Verhältnissen der letzten Jahre, etwa seit 1910, entsprechende Schlussfolgerungen ziehen, so kann gesagt werden, dass der Oelschiffahrt, ungeachtet der grossen Macht mancher Oelgruppe, Brennstoff in entsprechenden Mengen zu ziemlich gleichbleibenden Preisen zur Verfügung gestanden hat. Vermutlich wird es auch für die nächste Zeit so bleiben. Früher wurden die Konkurrenzkämpfe der Oelgesellschaften in grösstem Ausmasse auf dem Markte selbst ausgefochten. Die Folge hiervon waren exorbitante Preisschwankungen. Während des Kampfes unterboten sich die Gegner. Sobald aber der Konkurrent aus dem Felde geschlagen war, suchte der Sieger auf Kosten der Oelverbraucher die Verluste des Kampfes wieder auszugleichen.

Derartige Kämpfe auf dem Oelmarkt kommen heutzutage nicht mehr vor. Das Hauptinteresse der Oelproduzenten hat sich nicht auf die Absatzverbreiterung, sondern auf das Gebiet der Felder- und Rohölsicherung

verlegt. Hier finden die Gesellschaften die Unterstützung ihrer Regierung, wodurch schon manche politischen Konflikte heraufbeschworen worden sind. So stehen zum Beispiel die andauernden Wirren in Mexiko hiermit in engstem kausalen Zusammenhang.

Die Oelgesellschaften haben heute ein eigenes Interesse daran, den Verbrauchern die Gewähr einer Brennstoffsbedarfsdeckung zu möglichst gleichbleibenden, nicht überteuerten Preisen zu geben. Wenn man von lokalen Schwankungen absieht, hielten sich die Oelpreise auf einer annähernd gleichen Höhe, teilweise trat sogar eine Senkung ein. In manchen Ländern ist das Erdöl im Vergleich zur Kohle relativ billiger geworden. Eine vergleichende Uebersicht der Preisentwicklung von Kohle und Oel in den Vereinigten Staaten von Nordamerika beleuchtet dies sehr gut[1]):

Jahr	Dollar für 1 engl. t Anthrazitnusskohle in New York	Dollar für 1 Barrel rohen Erdöles in Pennsylvanien auf den Feldern
1913	5,31	2,45
1914	5,33	1,92
1915	5,33	1,53
1916	5,57	2,48
1917	5,94	3,20
1918	6,86	3,97
1919	8,27	4,13
1920	9,50	5,97
1921	10,53	3,31
1922	10,60	3,17
1923	10,88	3,10
1924	11,37	3,29
1925	11,49	3,44

Danach scheint die Annahme gerechtfertigt zu sein, dass die Preisgestaltung vorerst als solche keine direkte Gefährdung der Oelschiffahrt mit sich bringt.

Viel wichtiger als der Einfluss der Oelproduzenten auf den Oelmarkt ist das Verhältnis des natürlichen Vorkommens zum Bedarf. Es liegt die Frage auf der Hand,

1) Nach Angaben des Bulletin mensuel des Ständigen Amtes des Internationalen Statistischen Institutes in Den Haag, zitiert bei Woytinsky, Die Welt in Zahlen, Band 4, Seite 156.

ob eine weitere Ausdehnung in der technischen Umstellung der Welthandelsflotte derartige Bedeutung erlangen kann, dass die Oelproduktion nicht mehr in der Lage sein wird, den Bedarf zu decken. Zunächst sei dabei nicht in Rücksicht gezogen, ob auch auf anderen Gebieten ein wesentlicher Mehrbedarf an Oel entstehen wird.

Der Umfang der von der ölverbrauchenden Schiffahrt benötigten Brennstoffmengen lässt sich nicht genau feststellen. Auch bei den einzelnen Schiffen schwankt der Verbrauch ausserordentlich. Keine Statistik weist gesondert nach, wieviel Oel ein Land speziell der Schiffahrt zur Verfügung stellte. Schätzungsweise lässt sich der Bedarf auf Grund folgender Berechnung errechnen:

Die ölgefeuerte Dampfer-BRT benötigt ca. 0,6 PS, jedes PS ca. 0,5 kg Heizöl in der Stunde. Die Motorschiff-BRT benötigt 0,4 PS, jedes PS 0,2 kg Treiböl in der Stunde. Bei jährlich 6000 Fahrtstunden = 250 Tagen (was sehr hoch ist) hätten demnach die ölgefeuerten Dampfer und die Motorschiffe der Welthandelsflotte an flüssigen Brennstoffen verbraucht:

Jahr	Oelfeuerungsschiffe in 1000 t	Motorschiffe in 1000 t	Gesamt in 1000 t
1923	28426	634	29060
1924	30877	1034	31911
1925	31447	1153	32600
1926	32838	1534	34372

Zu diesem Bedarf käme noch der Verbrauch der Kriegsflotten, der auf etwa 2,5 Millionen Tonnen jährlich einzuschätzen ist. Da aber ein Teil der ölverbrauchenden Handelsschiffe aufgelegen hat oder zeitweise statt Oel Kohle verbrannte, braucht diese Brennstoffmenge nicht berücksichtigt zu werden.

Diesem Verbrauch in der Schiffahrt stand in diesen Jahren folgende Erdölproduktion gegenüber[1]):

1) W. Woytinsky a. a. O. Seite 145.

Jahr	Erdölproduktion in 1000 Tonnen						
	Insgesamt	U.S.A.	Mexiko	Persien	Russland	Rumänien	Deutschland
1923	143300	100385	22413	3839	5336	1512	51
1924	144500	97875	20915	4245	6155	1860	59
1925	152000	103481	16913	4667	7494	2331	79

Die Oelschiffahrt verbrauchte also in den letzten Jahren etwa $^1/_5$ der Erdölproduktion. Diesen jetzigen Verbrauchsziffern steht die für die Oelschiffahrt inhaltsschwere Frage gegenüber, ob die Erdölproduktion auch weiterhin im Stande sein wird, bei einer weiteren Vergrösserung des Antriebes durch Oel die entsprechenden Brennstoffmengen zur Verfügung zu stellen.

Sowohl über die diesbezügliche Entwicklung in der Schiffahrt als auch über die weitere Erdölförderung lassen sich nur Vermutungen aussprechen.

Würde die gesamte Welthandelsflotte (nach dem Stande vom 30. Juni 1926 rund 60000000 BRT) im Laufe der nächsten 10 Jahre sich auf motorischen Antrieb umstellen, so würden diese Schiffe im 10. Jahre bei 6000 Fahrtstunden etwa 28,8 Millionen Tonnen Oel verbrauchen, also weniger als $^1/_5$ der Oelproduktion von 1925 und weniger als der Verbrauch von 1926. Ein so schneller und durchgreifender Umschwung in der Handelsflotte ist aber noch sehr unwahrscheinlich, daher nicht zu erwarten.

Die Frage, ob der Oelschiffahrt künftig derartige Beträge an Brennstoffen zur Verfügung stehen werden, kann bejahend beantwortet werden, trotz aller gegenteiligen Meldungen.

Nach den letzten vorliegenden Ergebnissen der geologischen Forschungen[1]) ist mit einer Abnahme der Oelproduktion infolge geringerer Vorkommen nicht zu rechnen; viel eher kann eine Zunahme erwartet werden. Es ist ausserordentlich gewagt, genauere Zahlen über die Erdölvorräte der Welt anzugeben. Während gewöhnlich die

1) Siehe besonders: World Atlas of commercial Geology, Washington 1921 und Technik und Wirtschaft Nr. 11 aus 1924.

Vorräte auf 6000 — 6500 Millionen Metertonnen angegeben werden, verzichtete die Internationale Konferenz, die 1924 in London über die Frage der Vorräte von Energiequellen auf der Erde sich beriet, auf irgendeine genauere Ermittlung der Höhe des Erdölvorrates der Erde. Sie war sich voll bewusst, dass es nach dem Stande der Wissenschaft heute unmöglich ist, den Erdölvorrat der Erde genauer festzustellen.

Bei allen bekanntgegebenen Zahlen spielt ferner das politische Moment sehr mit hinein. Je nachdem, ob das betreffende Land ein mehr oder weniger grosses Interesse an dem Oelvorkommen hat, sind die Zahlen hoch oder niedrig eingeschätzt.

Unter diesen Vorbehalten seien auch die folgenden Zahlen angeführt, die das geologische Amt der Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Erdölvorräte der Welt für das Jahr 1922 zusammenstellte[1]):

Land	Erdölvorräte	
	in Millionen Metertonnen	in % der Gesamtvorräte
Russland	1000	15,9
Uebriges Europa	167	2,5
China	212	3,2
Japan und Formosa	181	2,7
Persien und Mesopotamien	825	13,3
Britisch und Niederländisch Indien	590	9,2
Vereinigte Staaten von Nordamerika	1030	16,3
Kanada	146	2,3
Mexiko	656	10,4
Südamerika	1380	22,0
Nordafrika	136	2,2
Zusammen	6323	100,0

Diese Zahlen sind, wie betont, mehr oder minder Mutmassungen. Sie nachzuprüfen oder sie durch verlässlichere zu verbessern, dürfte ausserordentlich schwierig, wenn nicht gänzlich unmöglich sein.

1) Weltmontanstatistik, herausgegeben von der preuss. Geologischen Landesanstalt: Die Versorgung der Weltwirtschaft mit Bergwerkserzeugnissen, I. Teil: Kohlen, Erdöl und Salze, bearbeitet von M. Meissner, Suttgart 1925, Seite 128.

Das Eine zeigen sie aber deutlich: eine Gefährdung der Oelschiffahrt durch eintretenden Brennstoffmangel dürfte selbst bei denkbar stärkster Entwicklung der Welthandelstlotten nach dieser Richtung hin kaum in absehbarer Zeit eintreten, auch wenn man berücksichtigt, dass ein nicht geringer Teil der Erdölproduktion, wie zum Beispiele die Leichtöle, für die Schiffahrt nicht in Betracht kommen. Ferner wird die Motorschiffahrt bei fortschreitender Anpassung der Motore trotz aller damit verbundenen Schwierigkeiten zum Verbrauch von minderen Treibölsorten übergehen. Dann werden auch später erst recht der Oelschiffahrt Brennstoffmengen in reichlichem Masse zur Verfügung stehen.

Aus alle dem geht klar hervor. dass der Bedarf der Schiffahrt nicht so stark und so schnell steigen wird, dass es der Oelproduktion unmöglich wäre, seinen Anforderungen nachzukommen.

Weit ungünstiger stellt sich aber die Oelfrage ein, wenn man die technische Entwicklung auch auf anderen, treibölverbrauchenden Gebieten berücksichtigt. Die zur Zeit in der Welt vorhandenen 32 Millionen Kraftwagen verbrauchen jährlich 35 — 40 Millionen Tonnen Benzin. Diese Ziffer allein ist schon jetzt erheblich höher als die von der Schiffahrt in absehbarer Zeit benötigten Mengen. Bei weiterer gleicher Entwicklung des Kraftfahrzeuggebrauches wie bisher, werden immer grössere Mengen Erdöl auf Benzin verarbeitet werden müssen, die dem Schwerölbedarf entzogen werden. Daneben darf nicht unbeachtet bleiben, dass neben dem Benzinmotor für Landtransport und Landwirtschaft auch der Schwerölmotor für kleine Kraftleistungen nach und nach immer mehr Boden gewinnen wird. Zur Zeit ist die Zahl der kleinen Schwerölmotore für landwirtschaftliche Maschinen, Tractoren, Lokomotiven, kleinindustriellen Kraftbedarf und ähnlichem mehr noch verhältnismässig gering. Technisch ist diese Motortype aber schon soweit durchgebildet, dass ihr Verwendungsgebiet bald ein bedeutend grösseres werden wird.

Ohne Kraftwagen- und Schiffsmotoren produzierten die Vereinigten Staaten von Nordamerika an Verbrennungsmotoren[1]:

Art	Anzahl		
	1914	1921	1923
Dieselmotore	—	927	1384
Feststehende Motore	250722	105317	123450
Transportable Motore	—	11332	58775
Traktoren für die Landwirtschaft	15150	68403	133743
Traktoren für den Transport	—	493	2480
Sonstige Traktoren	—	5470	4554
Alle anderen Maschinen	2849	18132	4212

Art	Leistungsfähigkeit dieser Maschinen in 1000 PS.		
	1914	1921	1923
Dieselmotore	—	103	207
Feststehende Motore	1145	571	720
Transportable Motore	—	57	238
Traktoren für die Landwirtschaft	424	1553	2871
Traktoren für den Transport	—	17	74
Sonstige Traktoren	—	17	128
Alle anderen Maschinen	28	370	132

Damit wird ein weiteres Verbrauchsgebiet für Erdöl erschlossen, dem eine entsprechende Produktion gegenüber stehen muss. Falls der Spielraum zwischen Produktion und Konsumtion durch steigenden Verbrauch oder verzögerte Produktion enger werden sollte, wird mit einem Anziehen der Oelpreise zu rechnen sein, wenn man sie der Kohle als Vergleichsbasis gegenüberstellt. Abgesehen von eventuellen Konjunkturschwankungen wird dieses Ansteigen aber nur ein langsames und zögerndes sein.

Allerdings ist aber bei solcher günstigen Preisgestaltung des Oeles zu berücksichtigen, dass auch die Kohlenpreise die Tendenz haben, sich zu erhöhen. Es kommt also in letzter Linie das Verhältnis zwischen den Preisen beider, nicht der Preis des Oeles allein in Betracht.

1) Statistical abstract von 1924, Seite 772.

Schluss.

Die künstliche Oelgewinnung als neue Quelle der Brennstoffversorgung der Oelschiffahrt.

Für die Schiffahrt ist die künstliche Oelgewinnnug von Bedeutung, weil wegen des relativ hohen Treiölgehaltes des künstlich gewonnenen Oeles damit zu rechnen ist, dass das Preisverhältnis von Kohle und Treiöl sich später nicht so ungünstig einstellen wird, dass die im Betrieb befindlichen Schiffe in ihrer Rentabilität herabgesetzt werden könner. Dieses Preisverhältnis, bisher im wesentlichen bestimmt von der Erdölproduktionsmenge, wird bei weiterer Ausdehnung und Verwirklichung der künstlichen Oelgewinnung automatisch stabilisiert werden. Gelingt die völlige Nutzbarmachung der in Ausbildung begriffenen Verfahren, die nachher kurz gestreift werden, so ist zu erwarten, dass ein prohibitiver Oelpreis in Zukunft nicht mehr eintreten kann. Dies wird nicht ohne Bedeutung für den weiteren Bau von Motorschiffen sein.

Neben dieser Bedeutung für die Oelschiffahrt ist die Verbreitung der künstlichen Oelgewinnung auch sehr wichtig von nationalwirtschaftlichen und politischen Gesichtspunkten. Alle die Länder mit grossem Oelverbrauch, aber ohne entsprechende Oelförderung, werden danach trachten, auf diesem Wege ihre Abhängigkeit vom Auslande zu mildern. Besonders für Deutschland liegt hier ein wichtiges Problem. Der Bedarf Deutschlands, besonders der deutschen Seeschiffahrt an ausländischem Oel ist in ständigem Steigen begriffen. Der Bestand der deutschen Handelsflotte an Oelfeuerungs- und Motorschiffen betrug:

Jahr	Oelfeuerungsschiffe		Motorschiffe	
	Zahl	BRT	Zahl	BRT
1922	30	108967	29	53800
1923	39	188031	45	84528
1924	44	252272	61	113555
1925	48	281353	78	233612
1926	48	286287	106	284133

Zahlen über den Gesamtbedarf dieser Schiffe an Oel können nicht gegeben werden. Zum grössten Teil bunkern sie in ausländischen Häfen oder sie nehmen im deutschen Freihafengebiet ihren Brennstoff an Bord. Ohne diesen Oelbedarf führte Deutschland an Mineralöl ein[1]):

Jahr	1000 Tonnen	Wert in Mill. Mk.	Davon aus den Ver. Staat. von N. Amerika	
			1000 Tonnen	Wert in Millionen M.
1913	1294	176,52	729	83,88
1920	338	—	266	—
1921	469	—	325	—
1922	560	—	431	—
1923	491	91,03	301	52,89
1924	772	133,91	484	85,75
1925	1167	208,13	674	121,69

Dieser erheblichen Einfuhr stand nur eine verschwindend geringe Eigenproduktion gegenüber[2]):

1913 = 120983 Tonnen
1920 = 34785 „
1921 = 38308 „
1922 = 42000 „
1923 = 50780 „
1924 = 59352 „
1925 = 79124 „

Gerade für Deutschland ergibt sich aus diesem ständigen Anwachsen des Oelverbrauches beziehungsweise der Oeleinfuhr die dringende und lebenswichtige Notwendigkeit, der Frage der künstlichen Oelgewinnung ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Ein möglichst enges Zusammenarbeiten von Produzenten und Konsumenten muss erreicht werden, um zu einem solchen Oelprodukt zu gelangen, das mit der ausländischen Qualität erfolgreich konkurrieren kann.

Neben einer Erleichterung auf der wirtschaftlichen Seite spielt die politische Seite auch eine grosse Rolle. Unsere Abhängigkeit von den Erdölproduktionsländern

1) und 2) Zusammengestellt aus den statistischen Jahrbüchern des Deutschen Reiches für 1924/1925 und 1926.

kann von diesen zu einem politischen Druck missbraucht werden, entweder durch Verwicklung Deutschlands in internationale Konflikte oder durch Sperrung der Ausfuhr. Letzteres Mittel haben die Vereinigten Staaten von Nordamerika schon öfters, wenn auch nicht gegen Deutschland (ausser im Weltkrieg) angewandt.

Diese gefährliche Lage Deutschlands und seiner Oelwirtschaft ist schon sehr früh erkannt worden. Kein Wunder also, dass gerade hier das Problem der sythetischen Darstellung des Oeles mit besonderem Eifer bearbeitet und hier anscheinend auch mit Erfolg gelöst ist. Aus der grossen Zahl der verschiedenen Verfahren heben sich die drei folgenden besonders hervor. Von ihnen scheint das letzte, das Bergin-Verfahren, die meiste Aussicht auf praktische Verwertung zu haben.

1) Die Tieftemperatur-Teererzeugung.

Der Oelertrag bei diesem Verfahren ist, verglichen mit dem Oelbedarf der deutschen Wirtschaft, unerheblich. Nur 5 – 10% der Kohle lassen sich als Teer gewinnen. Dieser ergibt infolge seiner chemischen Eigenschaften nur etwa die Hälfte Oel. Das Oel ist bei diesem Verfahren nur Nebenprodukt.

2) Das Fischer-Tropsche Verfahren.

Den bekannten Mülheimer Kohlenforschern Franz Fischer und Hans Tropsch gelang es nach langwierigen Laboratoriumsversuchen, ohne Druck aus Wassergas Kohlenwasserstoffe, also eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff unter Abwesenheit von Sauerstoff herzustellen. Ob dieses Verfahren für die Oelgewinnung praktisch von Bedeutung werden wird, erscheint zur Zeit noch als sehr fraglich. Es ist sehr kostspielig, sodass seine Wirtschaftlichkeit erst gegeben wäre, wenn der Weltölpreis erheblich steigen würde.

3) Das Berginverfahren.

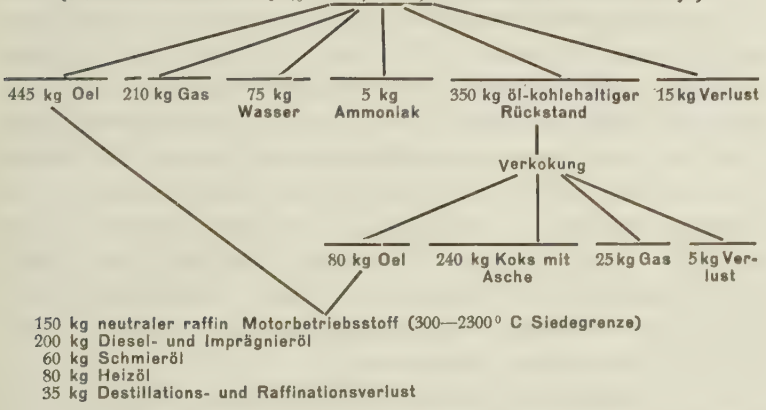
Wesentlich aussichtsreicher scheint die direkte Hydrierung der Kohle unter hohem Wasserstoffdruck zu sein. Dieses Verfahren wurde zum ersten Male 1913 von Friedrich Bergius in Hannover durchgeführt. Gewöhnliche mineralische Kohle, die von Natur aus noch wasserstoffhaltig ist, wird fein gemahlen und mit Oel verrieben. Dieses Gemisch wird bei einer Temperatur von 450° C einem Wasserstoffdruck von über 100 atm. ausgesetzt. Nach einiger Zeit hat die Hitze den Zusammenhang der einzelnen Kohlemoleküle soweit gelockert, dass der gasförmige Wasserstoff sich anlagern kann. Bergius wiederholte mit dieser Reaktion ein Verfahren, das dem Physiker Berthelet vor ungefähr 50 Jahren (1879) mit Jodwasserstoffsäure schon gelungen war.

Die weiteren Versuche ergaben, dass fast jede Kohle bei dieser Hydrierungsreaktion zu verwenden ist, wenn sie die ihrer Eigenart angepasste Reaktionsbedingung erhält.

Die Produkte, die bei dieser Hydrierung entstehen, zeigt die folgende Aufstellung[1]):

Ausbeuten bei Gasflammkohle

(1 t trockene Rohkohle (6% Asche) zuzüglich Wasserstoff und Eisenoxyd)



150 kg neutraler raffin. Motorbetriebsstoff (300—2300° C Siedegrenze)
200 kg Diesel- und Imprägnieröl
60 kg Schmieröl
80 kg Heizöl
35 kg Destillations- und Raffinationsverlust

1) Das technische Blatt, Frankfurt a. M., VIII. Jahrgang, 1926, Seite 138ff.

Das Berginverfahren kann nur dann von wirtschaftlicher Bedeutung werden, wenn die Produktionskosten unter dem Verkaufswert des Produktes stehen. Das Hauptelement der Betriebskosten ist die Kohle. Denn Kraft, Heizung und Wasserstoff entstehen aus Kohle. Eine von der Bergiusgesellschaft aufgestellte Rechnung[1]) kam zu dem Ergebnis, dass die Herstellungskosten für eine Tonne flüssiger Produkte 90.00 Rmk. betragen wird. Der Verkaufswert der Produkte schwankt zwischen 140—190 Rmk., je nachdem, welche Kohle verwandt wird. Die Kosten einer Anlage für 50000 Tonnen Oel jährlich werden auf acht Millionen Rmk. angegeben. Da in der Berechnung der Selbstkosten bereits eine 10%ige Amortisation eingerechnet ist, kann die Verzinsung eine erhebliche sein. Der heutige Oelpreis könnte 65—40% fallen, ehe die Rentabilitätsgrenze überschritten würde.

Von Bedeutung ist auch die Anpassungsfähigkeit des Berginverfahrens an den jeweiligen speziellen Bedarf des Oelmarktes. Es liefert sowohl Benzin wie auch Dieselöl, Heizöl und Schmieröl. Je nach den Ansprüchen des Marktes kann die Produktion sich mehr auf das eine oder andere Produkt einstellen. Dies ist für die Zukunft dann wichtig, wenn die Entwicklung der Technik dem Dieselmotor neue Verwendungsgebiete schafft, wodurch neben der Nachfrage nach Benzin eine erhöhte Nachfrage nach Schweröl entsteht.

Die von mancher Seite erwartete Erleichterung auf dem deutschen Kohlenmarkt durch den Kohlenverbrauch des Berginverfahrens scheint überschätzt zu sein. Um eine Million Tonnen Oel mit dem Berginverfahren erzeugen zu können, werden nur etwa drei Millionen Tonnen Kohlen benötigt. 1925 förderte Deutschland aber allein an Steinkohle ungefähr 145 Millionen Tonnen. Allerdings wird das Berginverfahren wohl besonders sonst nicht marktfähige Kohlensorten verbrauchen.

Zur Ausnutzung des Berginverfahrens haben sich bereits zahlreiche Gesellschaften gebildet, die ihre Spitze finden in:

1) Frankf. Zeitung vom 13. 8. 1926.

1. International Bergin Company voor Olie- an Kolen Chemie (IBC), gegründet 1922 mit 400 000 fl. in Den Haag. In ihr liegen die internationalen Berginpatente.

2. Deutsche Bergin A.G. für Kohlen- und Oelchemie (Deberg), gegründet 1920, Sitz jetzt in Heidelberg, Albert-Ueberlestrasse 1a.

Diesen Hauptgesellschaften sind in vielen Ländern bedeutende Untergesellschaften angegliedert. So in England die British Bergius Syndicat Ltd. Company, die im Juli 1924 in London mit 25000 Lst. Kapital gegründet wurde. In Deutschland ist noch die Steinkohlen-Bergin A. G. hervorzuheben, in welcher Vertreter der I. G. Farbenindustrie und Thyssen Sitz haben. Von all diesen Gesellschaften laufen Fäden zu den grossen Industrie- und Petroleumkonzernen.

Wenn auch heute noch nicht entschieden ist, ob das Berginverfahren sich endgültig durchsetzen wird, so spricht die Wahrscheinlichkeit doch sehr dafür. Ein Beweis hierfür mag darin erblickt werden, dass u. a. zur Zeit in Schlesien eine grosse Fabrikanlage gebaut wird, in der bedeutende Mengen Kohlen nach dem Berginverfahren hydriert werden sollen.

Ist aber einmal die Rentabilität einwandfrei erwiesen, so wird die Massenfabrikation nicht mehr lange auf sich warten lassen. Der notwendige Oelbedarf ist vorhanden und das Ausgangsmaterial — die Kohle — steht in unbegrenzten Mengen zur Verfügung.

Tabellen.

Bei den folgenden Tabellen ist nicht das Gewicht auf die tatsächliche Grösse der Vergleichsobjekte zu legen; viel wichtiger ist das Vergleichsverhältnis der einzelnen Schiffsarten zu einander.

Für die Tabellen sind benutzt:

Lloyds Register,
Register des Germanischen Lloyd,
Wirtschaft und Statistik,
Statistisches Jahrbuch des Deutschen Reiches,
Bulletin mensuel des ständigen Amtes des Internationalen Statistischen Institutes in Den Haag,
Statistical Abstract of the United States,
Fairplay,
The Suren and Shipping.

Tabelle Ia.

Gesamte Schiffsbestände der Welthandelsflotte über 100 BRT am 30. Juni des betreffenden Jahres.

Jahr	Kohlefeuerung		Oelfeuerung		Motorschiffe	
	Zahl	BRT	Zahl	BRT	Zahl	BRT
1914	23790	43 859 876	364	1 310 209	290	234 000
1923	25373	45 241 824	3049	15 792 418	824	1 321 131
1924	24724	42 704 922	3347	17 154 072	933	1 654 546
1925	23599	42 173 184	3490	17 804 122	1116	2 403 070
1926	21319	36 611 740	3576	18 243 539	1302	3 197 243

Tabelle Ib.

Antriebsarten der Welttonnage, abgerundet in % der BRT.

Jahr	Segel und seegehende Leichter	Oel-Motor	Oelheizung	Kohlefeuerung
1914	8.06	0.45	2.65	88.84
1923	4.70	2.35	22.34	70.61
1924	3.92	3.09	26.79	66.20
1925	3.50	4.20	27.54	64.76
1926	3.26	5.39	28.16	63.19
1927	2.65	6.85	28.35	62.15

Tabelle II.

Verteilung der Schiffe mit Oelfeuerung, Oelmaschinen und Kohlefeuerung (für 1926) auf die wichtigsten Länder und die Jahre 1924, 1925 u. 1926. Schiffe über 100 BRT.

Land	Oelfeuerung			Oelmaschinen			Kohlefeuerung
	1924	1925	1926	1924	1925	1926	1926
Deutschland	252 272	281 353	286 287	113 555	233 612	284 133	2 164 984
Grossbritannien und Irland	4 342 417	4 679 695	4 924 542	507 251	733 734	953 852	13 216 087
Britische Dominions	454 801	484 906	507 187	12 321	26 594	83 087	1 186 325
Norwegen	502 997	498 784	516 061	192 002	324 567	493 478	1 282 158
Niederlande	742 293	800 839	765 734	69 450	124 262	147 151	1 478 766
Frankreich	366 246	446 950	521 178	25 892	34 824	40 195	2 713 113
Italien	342 098	438 242	524 888	73 165	124 901	208 613	1 185 648
Belgien	45 630	42 607	35 364	7 568	7 217	16 036	434 684
Spanien	86 435	90 379	93 108	16 800	18 442	24 899	970 903
Dänemark	60 658	64 751	66 345	167 763	171 964	198 388	567 169
Schweden	69 419	69 419	75 240	195 960	259 900	288 944	626 502
Vereinigte Staaten von Nordamerika	9 090 860	8 999 050	9 002 007	208 903	234 775	264 012	4 260 179
Japan	488 003	538 149	538 127	6 718	41 376	64 372	3 250 965
Uebrige Länder	302 943	368 998	387 471	57 188	70 962	130 083	3 274 257
Insgesamt	17 154 072	17 804 122	18 243 539	1 654 546	2 403 070	3 197 243	36 611 740

Tabelle III.

Wichtig für die Entwicklungstendenz in der Weltschiffahrt ist ein Vergleich der im Bau befindlichen Schiffsantriebsmaschinen. Nachstehende Tabelle zeigt eine solche Gegenüberstellung für den 31. XII. 1925.

Land	Schiffsmaschinen insgesamt		Dampfmaschinen mit Kolbenantrieb		Dampfmaschinen mit Turbinenantrieb		Oelmaschinen		% Anteil der Motore am Gesamtteil
	Zahl	PS	Zahl	PS	Zahl	PS	Zahl	PS	
Deutschland	71	209 950	28	37 340	6	44 200	37	128 410	61.2
Grossbritannien und Irland	204	588 194	142	258 827	15	95 350	47	234 017	39.8
Britische Dominions	9	13 660	8	12 060	1	1 600	—	—	—
Frankreich	26	146 500	18	51 700	2	59 600	6	35 200	24.0
Italien	29	160 760	5	8 200	3	45 000	21	107 560	66.9
Niederlande	46	90 485	28	36 765	1	3 000	17	50 720	56.1
Schweden	95	50 311	3	2 300	—	—	92	48 011	95.4
Schweiz	9	17 020	—	—	—	—	9	17 020	100.0
Dänemark	28	89 000	3	4 300	—	—	25	84 700	95.2
Norwegen	15	13 270	14	10 470	—	—	1	2 800	21.1
Japan	8	18 300	6	10 300	—	—	2	8 000	43.7
Vereinigte Staaten von Nordamerika	46	119 470	5	12 500	3	35 200	38	71 770	60.1
Andere Länder	8	6 464	7	5 914	—	—	1	550	8.5
Insgesamt	594	1 523 384	267	450 676	31	283 950	296	788 758	51.8

Tabelle IV.

Die wachsende Anwendung der flüssigen Brennstoffe in der Schiffahrt drückt sich auch aus in dem Bestande der Tankflotten. Diese umfassten 1926 von der gesamten ölverbrauchenden Welttonnage 26 %.

Land	1924		1925		1926	
	Zahl	BRT	Zahl	BRT	Zahl	BRT
Deutschland	9	35 503	12	55 754	14	66 690
Grossbritannien u. Irland	317	1 738 649	315	1 708 978	336	1 836 059
Britische Dominions . .	43	219 537	34	185 836	35	205 212
Norwegen	36	199 338	42	243 455	54	343 582
Niederlande	37	120 157	46	148 109	50	163 667
Frankreich	20	111 004	28	151 089	26	142 551
Italien	22	100 630	28	128 904	36	166 298
Belgien	7	38 667	7	34 982	7	43 307
Spanien	8	30 648	8	30 648	8	30 585
Dänemark	2	11 561	2	9 647	3	12 660
Schweden	3	10 355	2	4 873	3	16 270
Verein. Staaten v. Nordam.	408	2 451 910	374	2 281 324	384	2 319 314
Japan	5	20 341	8	47 137	9	48 628
Uebrige Länder . . .	26	105 404	33	146 894	41	203 375
Insgesamt	943	5 193 704	939	5 177 630	1006	5 598 198

Tabelle V.

Grössenvergleiche in der Welthandelsflotte (am 30. 6. 1926).

Schiffe von	10000 BRT	10—15000 BRT	15—20000 BRT	20—50000 BRT	über 50000 BRT
mit Kohlefeuerung	141	24	9	11	1
„ Oelfeuerung	97	25	9	5	2
„ Motorantrieb	4	4	3	1	—
Tankschiffe	25	1	1	—	—

Grösstes Kohlefeuerungsschiff hat 54 351 BRT

„ Oelfeuerungsschiff „ 59 957 „

„ Motorschiff „ 32 000 „

„ Tankschiff „ 17 200 „

Tabelle VI.

„Auf Kiel gelegt"; Bestand aller Werften am Ende des Quartals.

Am	Dampfer		Motorschiffe		Insgesamt	
	Zahl	BRT	Zahl	BRT	Zahl	BRT
1923						
I.	169	443 716	29	79 616	218	530 621
II.	93	202 515	25	107 015	133	314 375
III.	57	134 997	12	72 160	81	212 232
IV.	142	256 378	45	207 975	205	472 578
1924						
I.	151	296 183	31	127 802	207	431 606
II.	135	389 931	45	215 726	211	619 184
III.	133	257 660	55	261 444	212	530 833
IV.	119	342 376	30	134 990	160	485 195
1925						
I.	130	236 065	31	150 790	183	394 970
II.	102	189 169	39	215 167	181	422 114
III.	88	268 033	53	218 659	177	504 553
IV.	78	219 022	32	113 800	131	343 276
1926						
I.	89	200 931	42	179 362	141	387 464
II.	65	167 648	40	141 900	133	331 716
III.	50	127 251	36	130 858	104	268 354
IV.	73	236 309	44	175 187	137	423 641
1927						
I.	161	529 116	83	406 401	261	946 865
II.	116	362 081	77	409 094	217	776 055

Bemerkenswert ist an dieser Aufstellung, dass bereits viermal (III. 1924, II. 1925, III. 1926 und II. 1927 die Anzahl BRT der auf Kiel gelegten Motorschiffe die Anzahl BRT der Dampfer überschritten hat, obgleich die Zahl der Motorschiffe geringer war als die der Dampfer. Der Grund dazu ist derselbe wie der auf der Tabelle VII „Baubestände" angegebene.

Tabelle VII.

Baubestand aller Werften am Ende des Quartals

Am	Dampfer		Motorschiffe		Insgesamt	
	Zahl	BRT	Zahl	BRT	Zahl	BRT
1923						
I.	641	2 511 789	118	327 232	818	2 860 072
II.	571	2 136 924	131	387 936	765	2 543 856
III.	513	1 899 436	127	460 868	687	2 377 697
IV.	568	1 793 579	151	634 027	759	2 444 336
1924						
I.	588	1 801 716	154	634 712	802	2 516 504
II.	577	1 785 480	154	810 655	786	2 616 897
III.	516	1 621 569	176	939 899	737	2 581 012
IV.	452	1 530 884	170	923 738	656	2 470 436
1925						
I.	446	1 357 834	189	1 021 631	676	2 396 910
II.	406	1 212 525	199	1 129 912	674	2 369 831
III.	353	1 090 456	198	1 088 888	609	2 206 905
IV.	312	1 041 119	187	1 007 381	539	2 069 545
1926						
I.	314	1 077 586	172	911 369	524	2 010 206
II.	292	1 051 649	172	885 100	512	1 970 687
III.	254	953 199	171	869 509	477	1 850 697
IV.	257	1 005 224	182	905 675	476	1 933 027
1927						
I.	373	1 370 490	230	1 172 178	645	2 569 864
II.	370	1 366 809	268	1 459 595	704	2 845 686

Zu beachten ist an dieser Tabelle, dass vom 2. Quartal 1925 ab die im Bau befindliche Anzahl BRT der Motorschiffe der der Dampfer sich sehr nähert, sie im II. 1927 sogar um 92786 BRT überschreitet, obwohl die Zahl der Schiffe noch eine erhebliche Spanne aufweist. Es geht daraus hervor, dass nach und nach grössere Motorschiffe gebaut werden, also die Entwicklung und Durchkonstruierung der Oelmaschine schon so grosse Fortschritte gemacht hat, dass sie auch für grössere Schiffe geeignet ist. (Siehe Tabelle VI, Kiellegung).

Tabelle VIII.

Motorschiff

von 7800 BRT., 1400 PSe, 11 sm, je PS = 0.20 kg/Std., 5350 BTF.

Streckenlänge:	1000 sm	5000 sm	10000 sm	15000 sm
Fahrtdauer:	91 Std.	455 Std.	910 Std.	1365 Std.
Brennstoffverbrauch:	25,5 t	127,5 t	255,0 t	382,5 t
Oelpreis von 50/t	1275.00	6375.00	12750.00	19125.00
„ „ 55/t	1402.50	7012.50	14025.00	21037.50
„ „ 60/t	1530.00	7650.00	15300.00	22950.00
„ „ 65/t	1657.50	8287.50	16575.00	24862.50
„ „ 70/t	1785.00	8925.00	17850.00	26775.00
„ „ 75/t	1912.50	9562.50	19125.00	28687.50
„ „ 80/t	2040.00	10200.00	20400.00	30600.00
„ „ 85/t	2167.50	10837.50	21675.00	32512.50
„ „ 90/t	2295.00	11475.00	22950.00	34425.00
„ „ 95/t	2422.50	12112.50	24225.00	36337.50
„ „ 100/t	2550.00	12750.00	25500.00	38250.00
„ „ 105/t	2677.50	13387.50	26775.00	40162.50
„ „ 110/t	2805.00	14025.00	28050.00	42075.00

Oelfeuerungsschiff

von 8000 BRT., 1500 PSe, 11 sm, je PS = 0.45 kg/Std., 5350 BTF.

Streckenlänge:	1000 sm	5000 sm	10000 sm	15000 sm
Fahrtdauer:	91 Std.	455 Std.	910 Std.	1365 Std.
Brennstoffverbrauch:	61 t	305 t	610 t	915 t
Oelpreis von 40/t	2440	12100	24400	36600
„ „ 45/t	2745	13725	27450	41175
„ „ 50/t	3050	15250	30500	45750
„ „ 55/t	3355	16775	33550	50325
„ „ 60/t	3660	18300	36600	54900
„ „ 65/t	3965	19825	39650	59475
„ „ 70/t	4270	21350	42700	64050
„ „ 75/t	4575	22875	45750	68625
„ „ 80/t	4880	24400	48800	73200
„ „ 85/t	5185	25925	51850	77775
„ „ 90/t	5490	27450	54900	82350
„ „ 95/t	5795	28975	57950	86925
„ „ 100/t	6100	30500	61000	91500

Kohlefeuerungsschiff

von 8000 BRT., 1500 PSe, 11 sm, je PS = 0.65 kg/Std., 5350 BTF.

Streckenlänge:	1000 sm	5000 sm	10000 sm	15000 sm
Fahrtdauer:	91 Std.	455 Std.	910 Std.	1365 Std.
Brennstoffverbrauch:	89 t	445 t	890 t	1335 t
Kohlepreis von 20/t	1780	8900	17800	26700
„ „ 25/t	2225	11125	22250	33375
„ „ 30/t	2670	13350	26700	40050
„ „ 35/t	3115	15575	31150	46625
„ „ 40/t	3560	17800	35600	53400
„ „ 45/t	4005	20025	40050	60075
„ „ 50/t	5450	22250	44500	67750

Lebenslauf.

Ich, Bruno Ewald Joseph Hubert Schmitz-Lenders, wurde am 20. Dezember 1901 als Sohn des jetzigen Justizrates Dr. Ewald Schmitz-Lenders in Düsseldorf am Rhein geboren. Ich bin preussischer Staatsangehöriger. Im Juli 1921 bestand ich auf dem preussischen Prinz Georg-Gymnasium zu Düsseldorf am Rhein die Reifeprüfung. Nach siebenmonatiger Tätigkeit als Hilfsarbeiter und Praktikant in dem Gusstahlwerk Gebr. Böhler A. G. in Düsseldorf-Lörik trat ich als Offiziersanwärter bei der Deutschen Reichsmarine ein, bei der ich bis zum 1. Mai 1923 blieb. Im S. S. 1923 studierte ich in Bonn. Vom W. S. 1923/24 an war ich dauernd in Marburg (Lahn), wo ich mich dem Studium der Nationaloekonomie, Finanzwissenschaft und Geographie widmete. Ich hörte die Professoren: Geh. Reg. Rat Dr. W. Tröltsch, Dr. H. Köppe und Dr. L. S. Schultze-Jena. Ferner hörte ich juristische und einige chemische Vorlesungen. Dauernd nahm ich an den Seminaren der genannten Herrn Professoren wie auch an juristischen und betriebswirtschaftlichen teil.